

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

Proyecto de ICT

AUTOR: Federico Fernández Sánchez
TUTOR: Manuel Antolín Arias

Leganés, diciembre de 2009

RESUMEN

El objeto del presente Proyecto Fin de Carrera consiste en dotar a un conjunto residencial de viviendas unifamiliares de nueva construcción de una infraestructura común de telecomunicaciones, aplicando la normativa técnica recogida en el Real Decreto 401/2003, de 4 de Abril, que permita a los usuarios acceder a los servicios de telecomunicación ofrecidos por los diferentes operadores de telecomunicaciones.

El papel que desempeña una infraestructura común de telecomunicaciones en un inmueble es de vital importancia, pues evita aglomeraciones de cables que puedan desembocar en una pérdida de calidad de los servicios transmitidos, a la vez que facilita, en gran medida, el despliegue de nuevos servicios y el mantenimiento de los antiguos. Gracias a la instalación de una infraestructura común de telecomunicaciones, se garantiza el derecho de los usuarios a acceder a las distintas ofertas de servicios de telecomunicación, al no existir barrera física entre la vivienda y la red del operador para contratar los servicios deseados.

El Real Decreto 401/2003, de 4 de Abril, contiene las especificaciones técnicas que ha de cumplir toda infraestructura común de telecomunicaciones para soportar el despliegue de los servicios de telecomunicación habituales, tales como telefonía básica y radiodifusión sonora y televisión terrenal, implantados en la mayoría de la sociedad, así como prever la incorporación, con posterioridad, de servicios de telecomunicaciones de banda ancha y radiodifusión sonora y televisión proveniente de diferentes satélites.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	11
2. DESCRIPCIÓN DE UNA ICT	13
2.1 ¿QUÉ ES UNA ICT?	13
2.2 ELEMENTOS DE UNA ICT	14
2.2.1 Redes de telecomunicación	15
2.2.2 Infraestructura de obra civil	16
3. REGLAMENTO DE ICT.....	20
4. PROYECTO TÉCNICO	23
4.1 MEMORIA	24
4.1.1 Datos generales	24
4.1.1.A Datos del promotor.....	24
4.1.1.B Descripción del edificio o complejo urbano, con indicación del número de bloques, portales, escaleras, plantas, viviendas por planta, dependencias de cada vivienda, locales comerciales, oficinas, etc. ...	24
4.1.2 Elementos que constituyen la ICT	26
4.1.2.A Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrenales	26
4.1.2.B Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite	51
4.1.2.C Acceso y distribución del servicio de telefonía disponible al público	62
4.1.2.D Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de banda ancha	75
4.1.2.E Canalización e infraestructura de distribución	78
4.2 PLANOS	96
4.2.1 Plano general de situación del edificio	97
4.2.2 Planos descriptivos de la instalación de los diversos servicios que constituyen la ICT	98

4.2.2.A	<i>Instalaciones de servicios de ICT en planta baja.....</i>	98
4.2.2.B	<i>Instalaciones de servicios de ICT en planta tipo.....</i>	99
4.2.2.C	<i>Instalaciones de servicios de ICT en planta cubierta.....</i>	100
4.2.3	<i>Esquemas de principio</i>	101
4.2.3.A	<i>Esquema general de la infraestructura</i>	101
4.2.3.B	<i>Esquema de principio de la instalación de RTV.....</i>	102
4.2.3.C	<i>Esquema de principio de la instalación de Telefonía.....</i>	103
4.2.3.D	<i>Esquema de principio de la instalación eléctrica</i>	104
4.2.3.E	<i>Esquema del equipamiento del RITU</i>	105
4.2.3.F	<i>Esquema del conjunto de registros secundarios.....</i>	106
4.3	<i>PLIEGO DE CONDICIONES</i>	107
4.3.1	<i>Condiciones particulares:</i>	107
4.3.1.A	<i>Radiodifusión sonora y televisión:</i>	107
4.3.1.B	<i>Telefonía disponible al público</i>	122
4.3.1.C	<i>Infraestructura.....</i>	128
4.4	<i>PRESUPUESTO.....</i>	132
5.	<i>CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....</i>	134
6.	<i>ANEXO</i>	135
6.1	<i>DISEÑO DE LA RED RTV TERRENAL Y DE SATÉLITE</i>	135
6.2	<i>CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DESDE LA SALIDA DE LOS AMPLIFICADORES DE CABECERA A LAS TOMAS DE USUARIO, EN LA BANDA 15 – 862 MHz</i>	146
6.3	<i>CÁLCULO DE LOS SOPORTES PARA LA INSTALACIÓN DE LAS ANTENAS RECEPTORAS DE LA SEÑAL TERRENAL</i>	171
6.4	<i>RELACIÓN SEÑAL / RUIDO PARA RTV TERRENAL</i>	174
6.5	<i>CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DESDE LOS AMPLIFICADORES DE CABECERA HASTA LAS TOMAS DE USUARIO, EN LA BANDA 950 – 2150 MHz.....</i>	179
6.6	<i>SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO Y PARÁMETROS DE LAS ANTENAS RECEPTORAS DE LA SEÑAL DE SATÉLITE.....</i>	202

6.7	<i>CÁLCULO DE LOS SOPORTES PARA LA INSTALACIÓN DE LAS ANTENAS RECEPTORAS DE LA SEÑAL DE SATÉLITE.....</i>	209
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	211

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fachada con parabólicas	11
Figura 2. Esquema general de una ICT	14
Figura 3. Esquema de canalizaciones para inmuebles de pisos	17
Figura 4. Conjunto residencial objeto del presente proyecto técnico	25
Figura 5. Esquema general instalación de los sistemas de captación	32
Figura 6. División en bandas del espectro de frecuencias	33
Figura 7. Esquema general de una ICT para viviendas unifamiliares	63
Figura 8. Esquema general de red para viviendas unifamiliares.	63
Figura 9. Punto de interconexión.	65
Figura 10. Punto de distribución.	66
Figura 11. Esquema general de una ICT para viviendas unifamiliares	78
Figura 12. Ejemplo equipamiento del RITU.	84
Figura 13. Registro principal de TB.	85
Figura 14. Cable normalizado de 25 pares.	87
Figura 15. Dimensiones de un hilo conductor.	87
Figura 16. Dimensiones del cable normalizado de 25 pares.	88
Figura 17. Conjunto de registros secundarios.	89
Figura 18. Antena UHF.	107
Figura 19. Antena FM.	107
Figura 20. Antena DAB.	108
Figura 21. Antena parabólica Astra.	108
Figura 22. Antena parabólica Hispasat.	109
Figura 23. Conversor LNB.	109
Figura 26. Mástil de 3 m.	110
Figura 27. Base torreta.	110
Figura 24. Tramo intermedio torreta.	110
Figura 25. Tramo superior torreta.	110
Figura 28. Soporte parabólica Hispasat.	111
Figura 29. Soporte parabólica Astra.	112
Figura 30. Amplificador UHF.	113
Figura 31. Amplificador FI.	115
Figura 32. Fuente de alimentación.	115
Figura 33. Cofre para amplificadores.	116
Figura 34. Mezclador.	116
Figura 35. Derivador.	117
Figura 36. Distribuidor de cuatro salidas.	118
Figura 37. Distribuidor de cinco salidas + PAU.	119
Figura 38. BAT de RTV.	120
Figura 39. Cable coaxial T100.	120
Figura 40. Cable normalizado de 25 pares.	122
Figura 41. Regleta de 10 pares.	124
Figura 42. Soporte para regletas de 10 pares.	124
Figura 43. Regleta de 5 pares.	125
Figura 44. Soporte para regletas de 5 pares.	125
Figura 45. PAU de 2 líneas.	126
Figura 46. BAT telefónico.	127
Figura 47. Conjunto de registros secundarios.	138
Figura 48. Atenuación en función de la frecuencia en diferentes coaxiales.	147
Figura 49. Esquema de fuerzas a las que se somete la torreta.	173
Figura 50. Temperatura de ruido de la parabólica en función de la elevación.	204
Figura 51. Zapata de hormigón.	209

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Canales recibidos en el emplazamiento de las antenas	29
Tabla 2. Continuación de los canales recibidos en el emplazamiento de las antenas	30
Tabla 3. Características principales de las antenas receptoras.....	31
Tabla 4. Plan de frecuencias.	34
Tabla 5. Niveles de señal en toma de usuario exigidos en el Reglamento.	36
Tabla 6. Características técnicas a la salida del equipamiento de cabecera.....	36
Tabla 7. Tipo de derivadores instalados en el primer y segundo ramal.	41
Tabla 8. Tipo de derivadores instalados en el tercer y cuarto ramal.....	42
Tabla 9. Comparativa entre los niveles de señal terrenales en toma de usuario en el mejor y peor caso, y los exigidos en el Reglamento.	44
Tabla 10. Variación máxima de la atenuación terrenal en el mejor y en el peor caso.	44
Tabla 11. Atenuación en la banda 15 – 862 MHz desde la vivienda 1 a la 12.....	45
Tabla 12. Atenuación en la banda 15 – 862 MHz desde la vivienda 13 a la 29.....	46
Tabla 12. Atenuación en la banda 15 – 862 MHz desde la vivienda 30 a la 34.....	47
Tabla 13. Comparativa C/N en toma de usuario y exigida en el Reglamento en 15 – 862 MHz.	47
Tabla 14. Comparativa C/I en toma de usuario y exigida en el Reglamento en 15 – 862 MHz.....	49
Tabla 15. Sistemas captadores necesarios.	49
Tabla 16. Soportes necesarios para los elementos captadores.	49
Tabla 17. Amplificadores necesarios.	49
Tabla 18. Mezcladores necesarios.	50
Tabla 19. Distribuidores necesarios.	50
Tabla 20. Derivadores necesarios.....	50
Tabla 21. Tomas necesarias.	50
Tabla 22. Cable coaxial necesario.	50
Tabla 23. Materiales complementarios necesarios.	51
Tabla 24. Orientación de las antenas parabólicas.....	52
Tabla 25. Diámetro de las antenas parabólicas.....	52
Tabla 26. Carga al viento que presenta cada antena parabólica.	52
Tabla 27. Niveles de señal en toma de usuario exigidos en el Reglamento.	54
Tabla 28. Características técnicas a la salida del equipamiento de cabecera.....	55
Tabla 29. Comparativa entre los niveles de señal de satélite en toma de usuario en el mejor y peor caso, y los exigidos en el Reglamento.	57
Tabla 30. Variación máxima de la atenuación de satélite en el mejor y en el peor caso.....	57
Tabla 31. Atenuación en la banda 950 – 2150 MHz desde la vivienda 1 a la 12.....	58
Tabla 32. Atenuación en la banda 950 – 2150 MHz desde la vivienda 13 a la 34.....	60
Tabla 33. Comparativa C/N en toma de usuario y exigida en el Reglamento en 950 - 2150 MHz.	60
Tabla 34. Comparativa C/I en toma de usuario y exigida en el Reglamento en 950 - 2150 MHz.	61
Tabla 35. Distribución pares telefónicos en el punto de interconexión	70
Tabla 36. Continuación pares telefónicos en el punto de interconexión.....	71
Tabla 37. Distribución pares en el primer registro secundario.	71
Tabla 38. Distribución pares en el segundo registro secundario.....	71
Tabla 39. Dimensiones arqueta según PAUs.	80
Tabla 40. Dimensionamiento de la canalización externa según PAUs.	81
Tabla 41. Dimensiones del RITU según PAUs.....	83
Tabla 42. Dimensionamiento de la canalización principal según PAUs.	86
Tabla 43. Tipos de registros de paso.....	91
Tabla 44. Arquetas necesarias.	94
Tabla 45. Tubos necesarios.....	94
Tabla 46. Registros necesarios.....	94
Tabla 47. RITU necesario.	94
Tabla 48. Equipamiento RITU.	95

Tabla 49. Características antena UHF.	107
Tabla 50. Características antena FM.	107
Tabla 51. Características antena DAB.	108
Tabla 52. Características antena parabólica Astra.	108
Tabla 53. Características antena parabólica Hispasat.	109
Tabla 54. Características conversor LNB.	109
Tabla 55. Características amplificadores UHF monocal y multicanal.	113
Tabla 56. Características amplificador UHF monocal selectivo.	113
Tabla 57. Características amplificadores FM y DAB.	114
Tabla 58. Características amplificador FI.	115
Tabla 59. Características fuente de alimentación.	115
Tabla 60. Características del mezclador.	117
Tabla 61. Tipo de derivadores de dos salidas.	117
Tabla 62. Tipo de derivadores de cuatro salidas.	118
Tabla 63. Características del distribuidor según número de salidas.	118
Tabla 64. Características del distribuidor + PAU.	119
Tabla 65. Características del BAT de RTV.	119
Tabla 66. Características del cable coaxial T100.	121
Tabla 67. Características del cable normalizado de 25 pares.	122
Tabla 68. Características del cable de 2 pares.	123
Tabla 69. Características del cable de 1 par.	123
Tabla 70. Característica de las regletas de 10 pares.	125
Tabla 71. Característica de las regletas de 5 pares.	126
Tabla 72. Características a cumplir por los tubos.	129
Tabla 73. Grado de protección del registro principal.	130
Tabla 74. Presupuesto de material.	133
Tabla 75. Presupuesto instalación.	133
Tabla 76. Presupuesto total.	133
Tabla 77. Niveles de señal en toma de usuario exigidos en el Reglamento.	136
Tabla 78. Características técnicas a la salida del equipamiento de cabecera.	136
Tabla 79. Pérdidas en toma de usuario, viviendas 1 a la 12.	142
Tabla 80. Pérdidas modificadas en toma de usuario, viviendas 1 a la 12.	142
Tabla 81. Pérdidas en toma de usuario, viviendas 13 a la 18.	144
Tabla 82. . Pérdidas en toma de usuario, viviendas 19 a la 26.	145
Tabla 83. Pérdidas en toma de usuario, viviendas 27 a la 34.	146
Tabla 84. Modelos de cables coaxiales.	147
Tabla 85. Atenuación en vivienda 1 a la frecuencia de 15 MHz.	148
Tabla 86. Atenuación en vivienda 2 a la frecuencia de 15 MHz.	148
Tabla 87. Atenuación en vivienda a la frecuencia de 15 MHz.	149
Tabla 88. Atenuación en vivienda 4 a la frecuencia de 15 MHz.	149
Tabla 89. Atenuación en vivienda 5 a la frecuencia de 15 MHz.	149
Tabla 90. Atenuación en vivienda 6 a la frecuencia de 15 MHz.	150
Tabla 91. Atenuación en vivienda 7 a la frecuencia de 15 MHz.	150
Tabla 92. Atenuación en vivienda 8 a la frecuencia de 15 MHz.	150
Tabla 93. Atenuación en vivienda 9 a la frecuencia de 15 MHz.	151
Tabla 94. Atenuación en vivienda 10 a la frecuencia de 15 MHz.	151
Tabla 95. Atenuación en vivienda 11 a la frecuencia de 15 MHz.	151
Tabla 96. Atenuación en vivienda 12 a la frecuencia de 15 MHz.	152
Tabla 97. Atenuación en vivienda 13 a la frecuencia de 15 MHz.	152
Tabla 98. Atenuación en vivienda 14 a la frecuencia de 15 MHz.	152
Tabla 99. Atenuación en vivienda 15 a la frecuencia de 15 MHz.	153
Tabla 100. Atenuación en vivienda 16 a la frecuencia de 15 MHz.	153
Tabla 101. Atenuación en vivienda 17 a la frecuencia de 15 MHz.	153
Tabla 102. Atenuación en vivienda 18 a la frecuencia de 15 MHz.	154
Tabla 103. Atenuación en vivienda 26 a la frecuencia de 15 MHz.	154

PROYECTO DE ICT

8

9

<i>Tabla 214. Atenuación en vivienda 28 a la frecuencia de 2150 MHz.</i>	200
<i>Tabla 215. Atenuación en vivienda 29 a la frecuencia de 2150 MHz.</i>	200
<i>Tabla 216. Atenuación en vivienda 30 a la frecuencia de 2150 MHz.</i>	200
<i>Tabla 217. Atenuación en vivienda 31 a la frecuencia de 2150 MHz.</i>	201
<i>Tabla 218. Atenuación en vivienda 32 a la frecuencia de 2150 MHz.</i>	201
<i>Tabla 219. Atenuación en vivienda 33 a la frecuencia de 2150 MHz.</i>	201
<i>Tabla 220. Atenuación en vivienda 34 a la frecuencia de 2150 MHz.</i>	202
<i>Tabla 221. Orientación de las antenas parabólicas.</i>	203
<i>Tabla 222. Carga al viento que presentan las parabólicas.</i>	209

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha habido un rápido avance de las tecnologías de la información y comunicaciones, obteniendo como resultado, la aparición de nuevos servicios de telecomunicación, tales como la televisión por satélite o servicios de banda ancha, por ejemplo, Internet o televisión por cable. Todos ellos se han sumando a los servicios de telefonía básica y televisión terrestre analógica ya instaurados en gran parte de la sociedad. La creciente demanda de estos nuevos servicios, y la falta de normativa, obligaba a los operadores de telecomunicaciones a instalar sus redes hasta la vivienda del usuario como buenamente podían. Era fácil ver en la fachada de los edificios multitud de cables, unos correspondientes a la televisión por cable de los distintos operadores, mientras que otros unían las antenas de televisión situadas en la azotea con las viviendas, sin hablar del conjunto de parabólicas que cubrían la fachada. Todo ello, complicaba y encarecía en gran medida la instalación y mantenimiento de los nuevos servicios, siendo inviable, en algunos casos, su contratación.

Se puede observar en la Figura 1 como cada vivienda dispone de su propia antena parabólica si desea disfrutar del servicio de RTV por satélite, obligando a realizar una instalación y mantenimiento por cada una de las viviendas que quieran acceder a dicho servicio, dando lugar a un encarecimiento del mismo.



Figura 1. Fachada con parabólicas

Con este panorama, llega la liberalización del mercado de las telecomunicaciones, que desemboca en una libre competencia entre operadores, y posibilita así, que éstos puedan hacer llegar sus servicios hasta las viviendas de sus clientes. Pero el problema de la distribución del cableado continúa, incluso se acentúa al poder cada operador prolongar sus redes libremente hasta el interior de las viviendas., Por tanto, parece lógico buscar una solución que pase por estructurar las redes de los servicios actuales teniendo en cuenta futuras incorporaciones de nuevos servicios, consiguiendo instalaciones más ordenadas y de uso compartido entre los diferentes operadores.

La solución más adecuada es dotar a los edificios y conjuntos inmobiliarios de una infraestructura común de telecomunicaciones (ICT) para el acceso a los servicios de telecomunicación bajo unas especificaciones mínimas contempladas en un reglamento.

Dicha infraestructura garantiza el derecho de los usuarios a acceder a las distintas ofertas de nuevos servicios de telecomunicación, puesto que ya no existe barrera entre la vivienda y la red del operador para contratar los servicios deseados. Cabe destacar, que cuando se habla de infraestructura común de telecomunicaciones, no sólo se hace referencia al conjunto de redes de telecomunicación que conducen los servicios de telecomunicaciones desde los operadores hasta el punto de conexión en las viviendas, sino también a la instalación de obra civil en materia de telecomunicaciones, tales como canalizaciones, registros y demás elementos, que soportan todas esas redes, facilitando su despliegue, mantenimiento y arreglo de posibles averías.

En el Reglamento de ICT (Real Decreto 401/2003, de 4 de Abril) se recogen las características, dimensiones y requisitos técnicos mínimos exigidos en toda infraestructura común de telecomunicaciones, además de tener otras finalidades, asegurando tanto el derecho de los usuarios a acceder a las distintas ofertas de nuevos servicios de telecomunicación, gracias a que la infraestructura lo permite, como una libre competencia entre operadores para ofrecer en igualdad de condiciones sus servicios a los clientes.

En el presente proyecto, se busca aplicar el Reglamento de ICT para diseñar y dimensionar la infraestructura común de telecomunicaciones de un conjunto de viviendas unifamiliares de nueva construcción, permitiendo a los usuarios de todas las viviendas, acceder a los servicios de telefonía disponible al público y red digital de servicios integrados (TB + RDSI), telecomunicaciones de banda ancha [telecomunicaciones por cable (TLCA) y servicios de acceso fijo inalámbrico (SAFI)] y radiodifusión y televisión (RTV).

2. DESCRIPCIÓN DE UNA ICT

2.1 *¿Qué es una ICT?*

Una infraestructura común de telecomunicaciones, estrictamente, es la suma de las diferentes redes de telecomunicación desplegadas a lo largo del edificio, redes independientes para cada servicio, compuestas por cables y equipos, que permiten a todos los usuarios de las viviendas acceder a la oferta de servicios de telecomunicación. Sin embargo, cuando se habla de una infraestructura común de telecomunicaciones se hace referencia al conjunto formado por estas redes más los elementos de obra civil, canalizaciones, recintos, etc., que las albergan.

Las redes de telecomunicación se diseñan y dimensionan en base a parámetros de calidad de señal, cumpliendo valores mínimos exigidos, si bien, la infraestructura de obra civil o de canalizaciones de la edificación en materia de telecomunicaciones se proyecta, bajo especificaciones mínimas, para garantizar el soporte de dichas redes, permitiendo su despliegue y mantenimiento.

Desde el punto de vista del reglamento, toda infraestructura común de telecomunicaciones debe cumplir, como mínimo, las siguientes funciones:

- La captación, adaptación y distribución de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales hasta los puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales, y la distribución de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite hasta los citados puntos de conexión.
- Proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público y a los servicios que se puedan prestar a través de dicho acceso.
- Proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones prestados por operadores de redes de telecomunicaciones por cable, operadores del servicio de acceso fijo inalámbrico (SAFI) y otros titulares de licencias individuales que habiliten para el establecimiento y explotación de redes públicas de telecomunicaciones.

2.2 Elementos de una ICT

Como se ha dicho, al referirse a una infraestructura común de telecomunicaciones, se tiene en cuenta, tanto la parte de las redes de telecomunicación, como la infraestructura de obra civil del edificio en materia de telecomunicaciones, por consiguiente, se detallan los elementos de ambas infraestructuras. La Figura 2, es el esquema general de una infraestructura común de telecomunicaciones y punto de partida en la definición de su contenido.

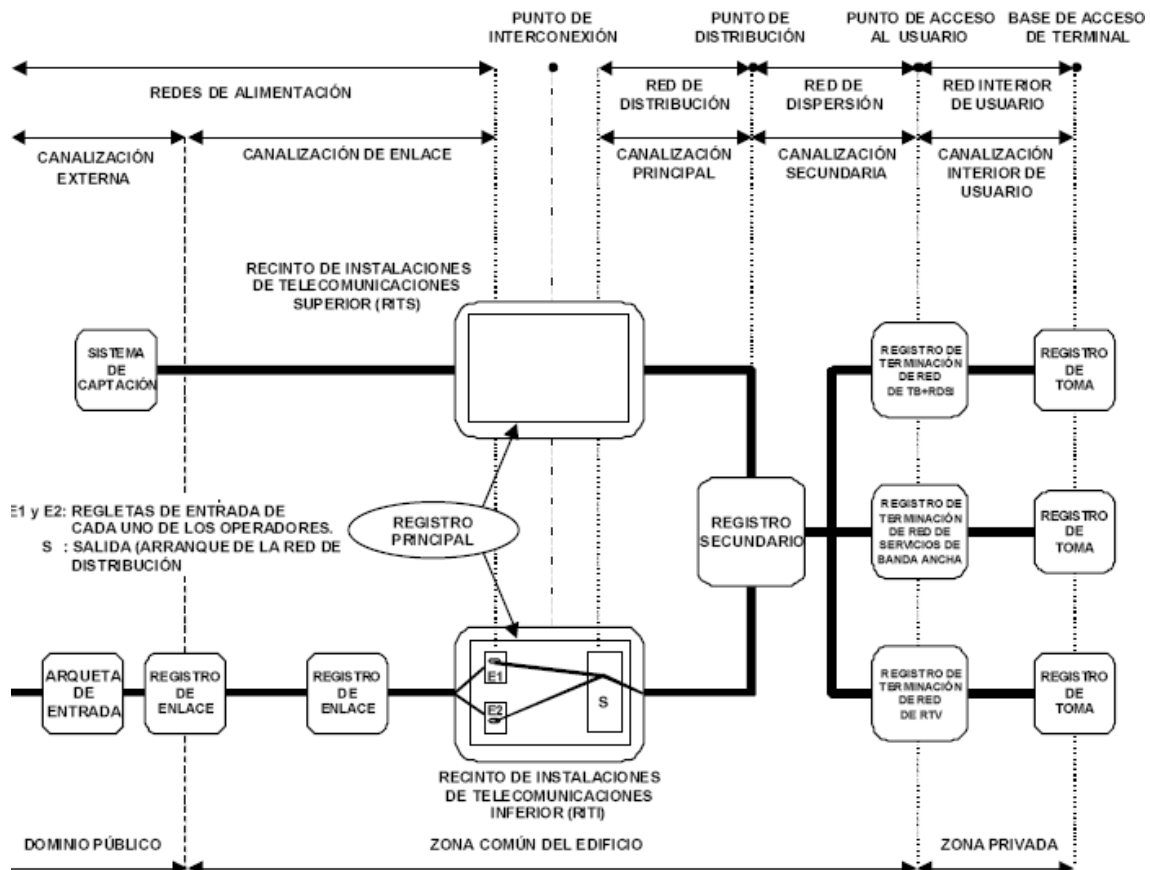


Figura 2. Esquema general de una ICT

A su vez, la infraestructura común de telecomunicaciones se puede dividir en tres zonas diferentes, agrupando cada una de ellas las redes de telecomunicación y elementos de la infraestructura de canalizaciones que correspondan, atendiendo al lugar donde están situados.

- *Zona exterior del inmueble*

Se considera dominio público desde el exterior del inmueble hasta el punto de entrada general al mismo, por tanto, en esta zona se incluye parte de la red de alimentación, el sistema de captación, la arqueta de entrada y la canalización externa.

- *Zona común del inmueble*
Esta zona abarca desde el punto de entrada general al inmueble hasta los puntos de acceso al usuario, engloba las redes de distribución y dispersión, y elementos de obra civil, tales como canalizaciones de enlace, principal y secundaria, o también, recintos de instalaciones de telecomunicaciones y registros de enlace y secundario.
- *Zona privada del inmueble*
Se trata del espacio destinado exclusivamente a la vivienda, por lo que a esta zona pertenece la red y canalización interior de usuario, así como los registros de terminación de red y de toma.

2.2.1 Redes de telecomunicación

Su función es prolongar las señales de los diferentes servicios de telecomunicación desde las redes de los operadores, o para el caso concreto del servicio de RTV desde los sistemas de captación, hasta los puntos de conexión en el interior de las viviendas.

- *Red de Alimentación*
Introduce la red de los diferentes operadores desde el exterior hasta el punto de interconexión, donde se produce la unión con la red de distribución de la ICT.
- *Red de Distribución*
Distribuye las señales de los diferentes servicios de telecomunicación desde el punto de interconexión hasta el punto de distribución de cada planta del edificio.
- *Red de Dispersión*
Une el punto de distribución de una planta del inmueble con los puntos de acceso al usuario (PAU) de cada una de las viviendas de esa planta, llegando las señales de los diferentes servicios de telecomunicación al interior de las viviendas.
- *Red Interior de Usuario*
Entrega las señales de los diferentes servicios de telecomunicación en el interior de la vivienda desde el punto de acceso al usuario hasta las bases de acceso de terminal.

Los puntos de referencia definidos en el esquema de ICT, y nombrados anteriormente en la definición de las redes son:

- *Punto de interconexión o de terminación de red*
Lugar de unión entre las redes de alimentación de los diferentes operadores y la red de distribución de la ICT, delimitando responsabilidades en cuanto a mantenimiento entre el operador del servicio y la propiedad del inmueble.

- *Punto de distribución*
Punto de unión entre las redes de distribución y de dispersión del inmueble.
- *Punto de acceso al usuario (PAU)*
Lugar de unión entre las redes de dispersión e interior de usuario, se sitúa en el interior de cada domicilio de usuario, delimitando responsabilidades en cuanto a la generación, localización y reparación de averías entre la propiedad del inmueble y el usuario del domicilio.
- *Base de acceso de terminal*
Punto final de la red interior de usuario, donde se conectan los terminales para acceder a los servicios de telecomunicaciones soportados en la ICT, como por ejemplo, un router o teléfono para el servicio de TB + RDSI o un decodificador para el servicio de RTV, TLCA y SAFI.

2.2.2 Infraestructura de obra civil

Su función es garantizar el soporte de las redes de telecomunicación, permitiendo su despliegue y mantenimiento desde la red de los operadores hasta los puntos de conexión del interior de las viviendas. La infraestructura está formada, como se puede observar en el esquema anterior, por canalizaciones, recintos, registros y otros elementos, para un mejor entendimiento, se agrega la Figura 3, algo más intuitivo, pues muestra a nivel real cómo se instalaría la infraestructura en el interior del inmueble.

- *Canalización de enlace inferior*
Sustenta los cables de la red de alimentación de los servicios de telecomunicación de los distintos operadores desde el punto de entrada general hasta los registros principales situados en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones inferior (RITI)
- *Canalización de enlace superior*
Soporta los cables que van desde los sistemas de captación hasta el recinto de instalaciones de telecomunicaciones superior (RITS), entrando al inmueble a través del correspondiente elemento pasamuro.
- *Recintos de instalaciones de telecomunicaciones*
Se definen los siguientes recintos:
 - *Recinto inferior (RITI)*
Local donde se alojan los registros principales de los servicios de TB + RDSI, TLCA y SAFI. A este recinto llega la canalización de enlace inferior, que alberga la red de alimentación, y sale la canalización principal, que contiene la red de distribución.
 - *Recinto superior (RITS)*
Local donde se aloja el equipamiento de cabecera que adapta las señales de RTV procedentes de los sistemas de captación para su posterior distribución por la ICT del inmueble, así como los elementos necesarios para llevar hasta el RITI las señales recibidas para el servicio de SAFI. A este recinto llega la canalización de enlace superior, que sustenta los cables de los sistemas de captación, y sale la canalización principal, que contiene la red de distribución.
 - *Recinto único (RITU)*
Para el caso de conjuntos inmobiliarios de hasta tres alturas y planta baja y un máximo de diez puntos de acceso al usuario, y para conjuntos de viviendas unifamiliares, se permite tener un único recinto de instalaciones de telecomunicaciones (RITU) que reúna las características de los dos anteriores.
 - *Recinto modular (RITM)*
Para los casos de inmuebles de pisos de hasta cuarenta y cinco puntos de acceso al usuario, y de conjuntos de viviendas unifamiliares de hasta diez puntos de acceso al usuario, los recintos superior, inferior y único podrán hacerse mediante armarios de tipo modular.
- *Registros principales*
Albergan el punto de interconexión entre las redes de alimentación y de distribución, se alojan en el interior del RITI, y existe dos modelos, uno para el servicio de TB + RDSI y otro para el de TLCA y SAFI.

- *Canalización principal*
Soporta los cables de la red de distribución de los servicios de telecomunicación, uniendo el RITI y el RITS entre sí y éstos con los registros secundarios.
- *Registros secundarios*
Unen la red de distribución con la de dispersión conectando la canalización principal con las secundarias, en su interior se encuentran los puntos de distribución, y además, se utilizan para los cambios de dirección de la canalización principal.
- *Canalización secundaria*
Alberga los cables de la red de dispersión de los servicios de telecomunicación entre los registros secundarios y de terminación de red de cada vivienda.
- *Registros de paso*
Se intercalan en las canalizaciones secundarias e interior de usuario para facilitar el despliegue y mantenimiento de los cables.
- *Registros de terminación de red*
Unión entre las redes de dispersión e interior de usuario conectando la canalización secundaria con la interior de usuario, cada servicio tiene asociado su propio registro de terminación de red, y en ellos se alojan los puntos de acceso a los usuarios.
- *Canalización interior de usuario*
Sustenta los cables de la red interior de usuario entre los registros de terminación de red y de toma.
- *Registros de toma*
Son el punto final de la canalización e infraestructura de distribución, en ellos termina la red y canalización interior de usuario, y albergan las bases de acceso de terminal (BAT) o tomas de usuario.

3. REGLAMENTO DE ICT

El reglamento que ha de cumplir toda infraestructura común de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones se recoge en el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril.

El objetivo de este reglamento es especificar la norma técnica de infraestructura común de telecomunicaciones para el acceso a cada uno de los servicios de telecomunicación, es decir, definir las características técnicas, que debe cumplir la infraestructura común de telecomunicaciones para proporcionar a los usuarios de las viviendas acceso a los servicios ofrecidos por los diferentes operadores. A su vez, se determinan las especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de telecomunicaciones para garantizar el despliegue y mantenimiento de las redes de telecomunicaciones en el interior de los edificios, éstas se deberán incluir en la normativa técnica básica de la edificación que regule la infraestructura de obra civil en el interior de los edificios.

Como se ha dicho anteriormente, desde el punto de vista del reglamento, toda infraestructura común de telecomunicaciones debe cumplir, como mínimo, las siguientes funciones:

- La captación, adaptación y distribución de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales hasta los puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales, y la distribución de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite hasta los citados puntos de conexión.
- Proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público y a los servicios que se puedan prestar a través de dicho acceso.
- Proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones prestados por operadores de redes de telecomunicaciones por cable, operadores del servicio de acceso fijo inalámbrico (SAFI) y otros titulares de licencias individuales que habiliten para el establecimiento y explotación de redes públicas de telecomunicaciones.

El contenido del reglamento referido a las infraestructuras comunes de telecomunicaciones se aplicará en los siguientes casos:

- A todos los edificios y conjuntos inmobiliarios en los que exista continuidad en la edificación, de uso residencial o no, y sean o no de nueva construcción, que estén acogidos, o deban acogerse, al régimen de propiedad horizontal por la Ley 49/1960, de 21 de julio, de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999, de 6 de abril.

- A los edificios que, en todo o en parte, hayan sido o sean objeto de arrendamiento por plazo superior a un año, salvo los que alberguen una sola vivienda.

Para certificar que la infraestructura común de telecomunicaciones cumpla con lo dispuesto en este reglamento, es necesario contar con el correspondiente proyecto técnico que valide las redes de telecomunicación y la infraestructura de canalizaciones, garantizando el correcto acceso a los servicios de telecomunicación. El proyecto técnico será firmado por un ingeniero de telecomunicación o un ingeniero técnico de telecomunicación de la especialidad correspondiente, y contendrá, como mínimo, los siguientes apartados:

a) Memoria

Se detallarán, al menos, los siguientes puntos:

- Características del inmueble.
- Servicios que se incluyen en la ICT.
- Cálculos y resultados que determinan la estructura, características y ubicación de las redes.
- Elementos de la infraestructura de obra civil.

b) Planos

Este capítulo contiene los planos y esquemas necesarios para la instalación de la infraestructura común de telecomunicaciones, que serán seguidos por el constructor para instalar en el sitio correcto los elementos descritos en la memoria. Serán en todo momento, claros y precisos, evitando así cualquier error de construcción, y como mínimo, se incluirán los siguientes planos y esquemas:

- Plano general de situación del edificio.
- Planos descriptivos de la instalación de los diversos servicios que constituyen la ICT.
- Esquema general de la infraestructura, se muestra la situación de las canalizaciones, recintos de instalaciones de telecomunicaciones, registros y tomas de usuario, en número igual a lo especificado en la memoria.
- Esquema de principio de la instalación de radiodifusión sonora y televisión, en el que se muestra todo el equipamiento para ofrecer este servicio, desde los sistemas de captación de señales hasta las tomas de usuario en el interior de las viviendas, de acuerdo a lo definido en la memoria.
- Esquema de principio de la instalación de telefonía disponible al público, en él se muestran la distribución de los pares de la red de telefonía, con la asignación de pares por vivienda, las características y número de regletas a instalar, los puntos de acceso al usuario y las bases de acceso de terminal, todo ello coherente a lo descrito en la memoria.

c) Pliego de condiciones

Se describirán las características de los elementos utilizados y singularidades de la instalación.

d) Presupuesto

Se especificará el número de unidades y precio unitario de cada una de las partes en que puedan descomponerse los trabajos, que deberá responder al coste de material, su instalación o conexión, cuando proceda.

4. PROYECTO TÉCNICO

La finalidad del presente Proyecto Fin de Carrera, consiste en dotar a un conjunto de viviendas unifamiliares de nueva construcción, de una infraestructura común de telecomunicaciones (ICT) para el acceso a los servicios de telecomunicación. Se dispone de las herramientas necesarias para comenzar con el desarrollo del proyecto técnico, pues se cuenta con el plano general de la urbanización en cuestión, y con el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones que contiene, entre otros puntos, la normativa técnica que ha de aplicarse a la ICT para el acceso a los servicios de telecomunicación.

Todo empieza con la lectura del Reglamento, conociendo la estructura de una ICT, los servicios que proporciona, el dimensionamiento mínimo, y las características técnicas a cumplir. Respecto a la estructura, decir que una ICT es el conjunto formado por las redes de telecomunicación, independientes para cada servicio, y la infraestructura de obra civil que las soporta. Al hablar de redes de telecomunicación, se refiere a los cables, equipos y elementos complementarios que prolongan las señales de los servicios proporcionados desde el exterior del inmueble hasta los puntos de conexión de las viviendas, siendo redes independientes para cada servicio. En cuanto a los servicios, una ICT garantiza a los usuarios la correcta distribución de las señales de radiodifusión sonora y de televisión terrestre y de telefonía, considerando además, la previsión para incorporar los servicios de radiodifusión sonora y de televisión por satélite, de telecomunicaciones de banda ancha, o futuros servicios, dejando montada la infraestructura de canalizaciones para su futuro despliegue y mantenimiento.

Una vez desglosados los elementos de una ICT, y conocidas las especificaciones del Reglamento al respecto, el siguiente paso es pensar en el diseño, en cómo atacar la estructura del complejo residencial del proyecto, para plasmar, de forma sencilla y eficiente, la ICT. Lo parte más crítica de una ICT, y que determinará gran parte de su diseño, es garantizar que las señales de los servicios de radiodifusión sonora y de televisión (RTV) distribuidas a cada toma de usuario cumplan con los niveles de calidad (nivel de señal, relación portadora a ruido, etc.) exigidos, para lo cual se estudia la forma de la urbanización, el número de viviendas que la componen, la distribución individual de cada una de ellas, zonas comunes, etc., obteniendo parámetros fundamentales, desde el punto de vista de niveles de calidad, tales como las distancias y las posibles derivaciones de la red para solventarlas.

Así pues, los pasos a seguir parecen estar aclarados, primero decidir y dimensionar la red de RTV, que directamente determina el diseño de parte de los elementos de la infraestructura de obra civil, como por ejemplo, la situación del recinto de instalaciones de telecomunicaciones único o el número y la ubicación de los registros secundarios, a continuación dimensionar la red de telefonía, y concluir con la infraestructura de obra civil. No obstante, no se plantea la red de telecomunicaciones de banda ancha, debido a que en el dimensionamiento mínimo de la ICT no se incluye su diseño e instalación al ser competencia de los operadores del servicio. Para concluir el proyecto técnico se adjuntan los planos y el presupuesto de la instalación de la ICT.

Llegados a este punto, el proyecto técnico estaría en disposición de llevarse a cabo por los constructores, siguiendo sus especificaciones, se podría dotar al complejo urbano en cuestión de una ICT apropiada para el acceso a los servicios de telecomunicación.

4.1 MEMORIA

En la memoria del presente proyecto técnico se detallan las características del conjunto de viviendas unifamiliares de nueva construcción objeto de este proyecto técnico, número de viviendas, distribución interior y colectiva de las mismas, etc., asimismo se definen los servicios que se incluyen en la ICT, agregando los cálculos y resultados que determinan la estructura, características y ubicación de las redes de telecomunicación y elementos de la infraestructura de canalizaciones.

Cabe decir, que parte de los cálculos realizados en el diseño y dimensionado de la ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión, procedentes de emisiones terrenales y de satélite, se adjuntan en un documento aparte denominado ANEXO, porque es demasiado extenso y dificulta la lectura de la memoria, en la cual, en todo momento, se incluyen los resultados que se derivan de estos cálculos, por lo que en ningún momento la memoria se queda coja de argumentos.

4.1.1 Datos generales

4.1.1.A Datos del promotor

CONSTEL S.L.
CIF: B35986420
Avda. de MIRAFLORES 32
28036 MADRID

4.1.1.B Descripción del edificio o complejo urbano, con indicación del número de bloques, portales, escaleras, plantas, viviendas por planta, dependencias de cada vivienda, locales comerciales, oficinas, etc.

El complejo urbano en cuestión es en un conjunto de nueva construcción de 34 viviendas unifamiliares adosadas, emplazado entre las calles, Camino del Sombrerero o Noria Hurón, Camino de Cabañas y Camino Nuevo del municipio madrileño de Collado-Villalba, con una distribución triangular, dejando espacio interior para la colocación de una piscina y zonas ajardinadas. Las viviendas se numeran del 1 al 34,

numeración a seguir a lo largo de todo el proyecto técnico, donde cada lado del “triángulo” se compone de un determinado número de viviendas, lo cual se muestra en el plano general de la urbanización (Plano 4.2.1), no obstante, para enriquecer la memoria, se presenta una copia de peor calidad de dicho plano, Figura 4, en la que al menos, se aprecia la estructura triangular, pues la numeración no se ve aprecia con claridad.

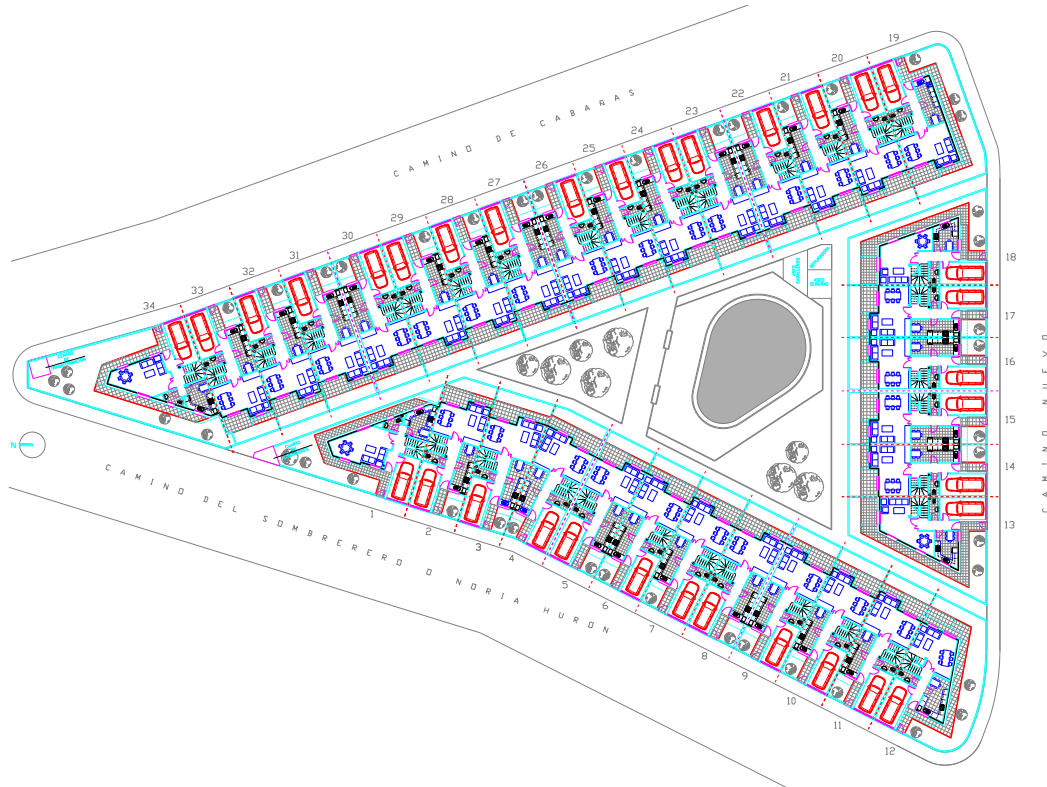


Figura 4. Conjunto residencial objeto del presente proyecto técnico

Existen 3 modelos de vivienda, si bien, todas disponen de 2 plantas con el mismo número de estancias:

Planta Baja: salón-comedor, cocina, aseo y garaje.

Planta Alta: dormitorio-1, dormitorio-2, dormitorio-3, baño-1 y baño-2.

Todas las viviendas tienen acceso a las zonas comunes, piscina y parques.

4.1.2 Elementos que constituyen la ICT

Los elementos de la infraestructura común de telecomunicaciones serán los necesarios para garantizar a los usuarios la correcta distribución de las señales de radiodifusión sonora y de televisión terrestre y de telefonía, considerando además, la previsión para incorporar los servicios de radiodifusión sonora y de televisión por satélite y de telecomunicaciones de banda ancha.

4.1.2.A *Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrenales*

El objetivo de este capítulo es definir y dimensionar la infraestructura común de telecomunicaciones destinada a la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y de televisión terrenales, según el Anexo I del Real Decreto 401/2003, proporcionando acceso al servicio de RTV desde cualquier domicilio del conjunto de viviendas unifamiliares objeto de este proyecto técnico. Para abordar este capítulo, lo primero es describir el dimensionamiento mínimo de la ICT, a lo que le sigue el estudio de cómo proyectar dicho dimensionamiento sobre la estructura del conjunto residencial, para concluir con la comprobación de que realmente se cumple con los niveles de calidad exigidos.

Pues bien, el dimensionamiento mínimo de la ICT, según el Reglamento, es el siguiente:

1. Elementos necesarios para la captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales.
2. Elemento que realice la función de mezcla para facilitar la incorporación a la red de distribución de las señales procedentes de los conjuntos de elementos de captación y adaptación de señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite.
3. Elementos necesarios para conformar las redes de distribución y de dispersión de manera que al punto de acceso al usuario (PAU) de cada usuario le lleguen dos cables, con las señales procedentes de la cabecera de la instalación.
4. Un PAU para cada usuario final, que deberá alojar un elemento repartidos que disponga de un número de salidas que permita la conexión y servicio a todas las estancias de la vivienda, excluidos baños y trasteros.
5. Elementos necesarios para conformar la red interior de cada usuario.

En el siguiente apartado se realiza un estudio exhaustivo de las diferentes posibilidades que se plantean a la hora de introducir el servicio de RTV en la arquitectura de la urbanización.

a) Elementos de la ICT

La infraestructura común de telecomunicaciones para la captación, adaptación y distribución de señales procedentes de emisiones terrenales y de satélite se compone de los siguientes elementos:

- *Sistema de captación de señales*
Es el conjunto de elementos destinados a recibir las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales y de satélite. Se compone de antenas, mástiles, torretas y demás elementos de sujeción.
- *Equipamiento de cabecera*
Es el conjunto de elementos dedicados a la adaptación de las señales provenientes del sistema de captación de señales, como es la mezcla de las señales procedentes de emisiones terrenales y de satélite, permitiendo su distribución por la red, y lo forman amplificadores, mezcladores, distribuidores y demás dispositivos necesarios.
- *Red*
La red es el conjunto de cables y equipos que prolongan las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales y de satélite desde la salida del equipamiento de cabecera hasta las tomas de usuario, se estructura en tres intervalos:
 - Red de Distribución
Conecta la salida del equipamiento de cabecera con los dispositivos que derivan las señales hacia la red de dispersión.
 - Red de Dispersión
Une los elementos derivadores que proporcionan la señal procedente de la red de distribución con los puntos de acceso al usuario.
 - Red Interior de Usuario
Enlaza el punto de acceso al usuario con las bases de acceso de terminal distribuidas en el interior de la vivienda.

Se definen dos puntos de referencia, y son los siguientes:

- Punto de acceso al usuario (PAU)
Lugar de unión entre las redes de dispersión e interior de usuario, se sitúa en el interior de cada domicilio de usuario, delimitando responsabilidades en cuanto a la generación, localización y reparación de averías entre la propiedad del inmueble y el usuario del domicilio. Llegarán dos cables de la red de dispersión, con la mezcla de la señal terrenal y de los dos satélites, permitiendo al usuario elegir el que desee.

- Base de acceso de terminal
Punto final de la red interior de usuario, donde se conectan los terminales para acceder al servicio de RTV, como por ejemplo, un televisor o decodificador.

b) Consideraciones sobre el diseño

(Ver cálculos realizados en el apartado 6.1. “Diseño de la red RTV terrenal y de satélite” del documento adjunto ANEXO)

En el desarrollo del proyecto técnico, la parte más complicada y punto de partida, es el diseño de la estructura de la ICT del servicio de RTV, consiguiendo garantizar a los usuarios la correcta distribución de las señales de radiodifusión sonora y de televisión terrestre, así como la previsión para incorporar los servicios de radiodifusión sonora y de televisión por satélite. Como se dice, es el punto más importante, debido a que un error en el diseño puede provocar no alcanzar niveles mínimos de calidad de señal, dando al traste con toda la instalación de la ICT, y ¿por qué con toda la instalación? pues bien, resulta que el diseño de la ICT para el servicio de RTV, determina automáticamente una de las partes de mayor peso de la infraestructura de obra civil, como son, la ubicación del RITU o el número y colocación de los registros secundarios, conllevando a que el resto de la ICT, telefonía y telecomunicaciones de banda ancha, se adapte a la distribución dada en ese diseño, así pues, viendo esto, se entiende que si no es válida la ICT para dar servicio de RTV, la solución es rediseñarla desde cero, perdiendo el trabajo realizado hasta el momento.

Debido a la importancia de este diseño, se plantean diferentes posibilidades, descartando toda aquella que no cumpla con los niveles de calidad exigidos en las tomas de usuario. En la medida de lo posible, no se incluyen elementos activos, amplificadores, a lo largo de la red de distribución, controlando así la ganancia de las señales desde un único punto, los amplificadores del RITU. Las posibilidades se engloban en dos categorías:

- Colocar el RITU en una zona de fácil acceso desde el exterior por las redes de alimentación de los diferentes operadores, y a su vez, sea discreta y no molesta para los usuarios. En este caso, las opciones barajadas colocan al RITU en el centro de transformación o en el cuarto de contadores, sin embargo, ambas se desechan, por incompatibilidades electromagnéticas y por no cumplir con los niveles mínimos demandados en las tomas de usuario, respectivamente.
- Ofrecer niveles de señal equilibrados en las tomas de usuario, independientemente de dónde haya que situar el RITU. A priori, por la estructura de la urbanización, cuasi triángulo isósceles, se podría pensar en colocar los sistemas de captación, antenas y mástiles, en la azotea de la vivienda 15 ó 16, punto medio de la base del triángulo, y el RITU en el interior del complejo residencial, enfrente de dichos domicilios, pudiéndose desplegar dos ramas o redes de distribución de señal casi simétricas. No

obstante, se elimina esta posibilidad porque plantea varios problemas, por ejemplo, el tener los sistemas de captación en la azotea de una vivienda, en lugar del RITU, obliga a depender del usuario de la vivienda en cuestión cada vez que hubiera que arreglar o modificar algún elemento, ¿cómo se accedería a la azotea si está de vacaciones? Otro problema es la excesiva distancia de cable desde las antenas hasta el equipamiento de cabecera situado en el interior del RITU, y por último, la ubicación del RITU estaría próxima a la piscina, provocando posibles inconvenientes de humedad. Otra posibilidad, elegida finalmente para el diseño, es situar el RITU en la zona ajardinada, en el vértice contrario a la base del triángulo, pues facilita la distribución equilibrada, al existir simetría, a la vez que satisface los niveles mínimos requeridos en las tomas de usuario.

c) Señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales que se reciben en el emplazamiento de la antena

Para conocer las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales que se reciben en el emplazamiento de las antenas se mide con antenas de características similares a las empleadas en la instalación, obteniendo niveles de portadora de 69 dB μ V para señales de televisión analógica, 59 dB μ V para señales de televisión digital, 65 dB μ V para señales de radio analógica FM y 57 dB μ V para señales de radio digital DAB, para los siguientes canales, procedentes de entidades con título habilitante:

PROGRAMA	CANAL	FRECUENCIA (MHz)	SERVICIO
FM	Banda 87.5 a 108		Radio Analógica
DAB	8 a 11	195 a 223	Radio Digital
8Madrid	29	538	TV Digital
Popular TV	29	538	TV Digital
Canal 7	29	538	TV Digital
Cope	29	538	Radio Digital
La Sexta	30	543.25	TV Analógica
TVE1	48	687.25	TV Analógica
Telemadrid	51	711.25	TV Analógica
TVE2	54	735.25	TV Analógica
Telecinco	56	751.25	TV Analógica
TVE 1	58	770	TV Digital
La 2	58	770	TV Digital
24H TVE	58	770	TV Digital
Clan TVE	58	770	TV Digital
RNE1	58	770	Radio Digital

Tabla 1. Canales recibidos en el emplazamiento de las antenas

PROGRAMA	CANAL	FRECUENCIA (MHz)	SERVICIO
RNEC	58	770	Radio Digital
RNE3	58	770	Radio Digital
Cuatro	61	791.25	TV Analógica
Telemadrid	63	810	TV Digital
La Otra	63	810	TV Digital
Onda 6	63	810	TV Digital
Antena3	64	815.25	TV Analógica
Veó	66	834	TV Digital
Sony TV en Veó	66	834	TV Digital
Tienda en Veó	66	834	TV Digital
Intereconomía	66	834	TV Digital
Teledeporte	66	834	TV Digital
Radio Intereconomía	66	834	Radio Digital
Radio Marca	66	834	Radio Digital
Cuatro	67	842	TV Digital
CNN +	67	842	TV Digital
40 Latino	67	842	TV Digital
Promo	67	842	TV Digital
La Sexta	67	842	TV Digital
SER	67	842	Radio Digital
40 Principales	67	842	Radio Digital
Cadena Dial	67	842	Radio Digital
Telecinco	68	850	TV Digital
Telecinco 2	68	850	TV Digital
FDF	68	850	TV Digital
CincoShop	68	850	TV Digital
Disney Channel	68	850	TV Digital
Punto Radio	68	850	Radio Digital
Antena 3	69	858	TV Digital
Antena.Neox	69	858	TV Digital
Antena.Nova	69	858	TV Digital
Hogar 10	69	858	TV Digital
Onda Cero	69	858	Radio Digital
Europa FM	69	858	Radio Digital
Onda Melodía	69	858	Radio Digital

Tabla 2. Continuación de los canales recibidos en el emplazamiento de las antenas

d) Selección del emplazamiento y parámetro de las antenas receptoras

Lo más importante es que las antenas se sitúen a una altura tal, que asegure una correcta recepción de las señales de radiodifusión y televisión terrenales, evitando posibles sombras procedentes de las viviendas. La altura máxima de las viviendas es de 9 m, por lo que las antenas deben colocarse al menos 1 m por encima, lo que supone elevarlas hasta una altura mínima de 10 m, partiendo de que se ubicarán en la azotea del RITU.

Para la recepción de las diferentes señales del servicio de RTV terrenal, se emplea una antena concreta, así para las señales de radio FM se necesita una antena circular FM, para la radio digital una antena DAB y finalmente, para la televisión analógica y digital una antena UHF tipo L. En la Tabla 3 se muestran las principales características de estas antenas, tales como la ganancia y la carga al viento que presentan:

Tipo Antena	Circular FM	DAB	UHF Tipo L
Ganancia (dB)	1	8	12
Carga al viento (N)	27	36.5	73

Tabla 3. Características principales de las antenas receptoras

Cabe destacar, que debido a que el sistema se sitúa a menos de 20 m del suelo, las antenas soportarán una velocidad de viento de 130 Km/h.

e) Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras

(Ver cálculos realizados en el apartado 6.3. “Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal terrenal” del documento adjunto ANEXO)

Como se ha dicho, la altura máxima de las viviendas es de 9 m, colocando las antenas, al menos, a una altura de 10 m. Para la sujeción de las diferentes antenas receptoras, se dispone de un sistema soporte formado por los siguientes elementos, donde sus características se pueden ver en el apartado 4.3.1.A.a del Pliego de Condiciones:

- Torreta de 6 m de altura
- Mástil de 3m
- Placa base rígida

El sistema soporte eleva las antenas a una altura de 8.5 m, pues 0.5 m del mástil debe ser introducido en la estructura de la torreta para su agarre, que sumado a la altura de 2 m del RITU, hace un total de más de 10 m, cumpliendo con la altura mínima marcada. Debido al modelo de torreta empleado, no es necesario ningún tipo de arriostramiento para garantizar su estabilidad, la ubicación concreta del sistema de captación se presenta en el plano de instalaciones de servicios de ICT en planta cubierta (plano 4.2.2.C).

Las antenas se situarán en el mástil separadas entre sí 1 m de distancia, colocando en la parte superior la antena UHF tipo L, a continuación la antena DAB y en la parte inferior la antena FM.

Cabe destacar, que la placa base de la torreta debe embutirse en una zapata de hormigón que irá incrustada en la parte alta del RITU, cuyas dimensiones y diseño final deben ser fijadas por el arquitecto, teniendo en cuenta los esfuerzos y momentos máximos que debe aguantar el sistema, y que se indican en el pliego de condiciones. No obstante, para enriquecer el proyecto técnico, se dimensiona dicha zapata en el apartado 4.3.1.A.a del pliego de condiciones, a pesar de no ser necesario. La Figura 5 presenta una idea general de cómo quedaría el sistema de captación, junto con la zapata en la que debe embutirse, destacar que las distancias se muestran en metros.

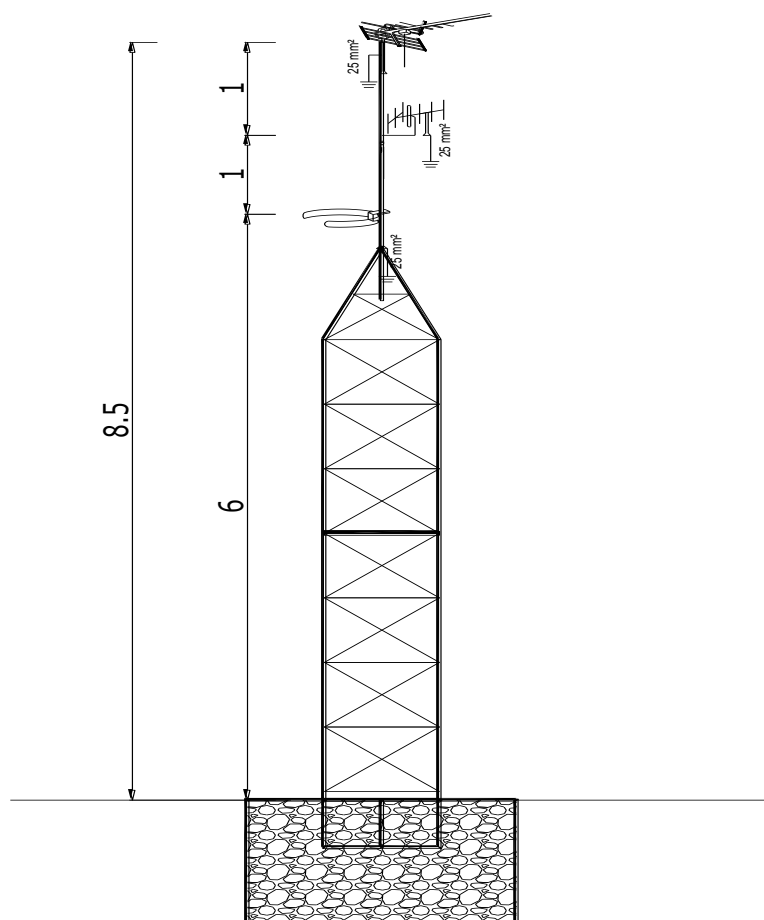


Figura 5. Esquema general instalación de los sistemas de captación

f) Plan de frecuencias

El servicio de radiodifusión sonora y televisión terrenal abarca un espectro de frecuencias desde 15 a 862 MHz dividido en dos grandes rangos, conocidos como VHF y UHF, que se componen de bandas, que a su vez se subdividen en canales, éstos, básicamente son un pequeño ancho de banda para transmitir un servicio, ya sea de TV o radio, analógica o digital. Por ley, se decreta para una población en qué canal se emite cada servicio. En la Figura 6 se observa cómo se reparte el espectro de frecuencias en sus diferentes bandas, así como el ancho de banda que ocupa cada una de ellas.

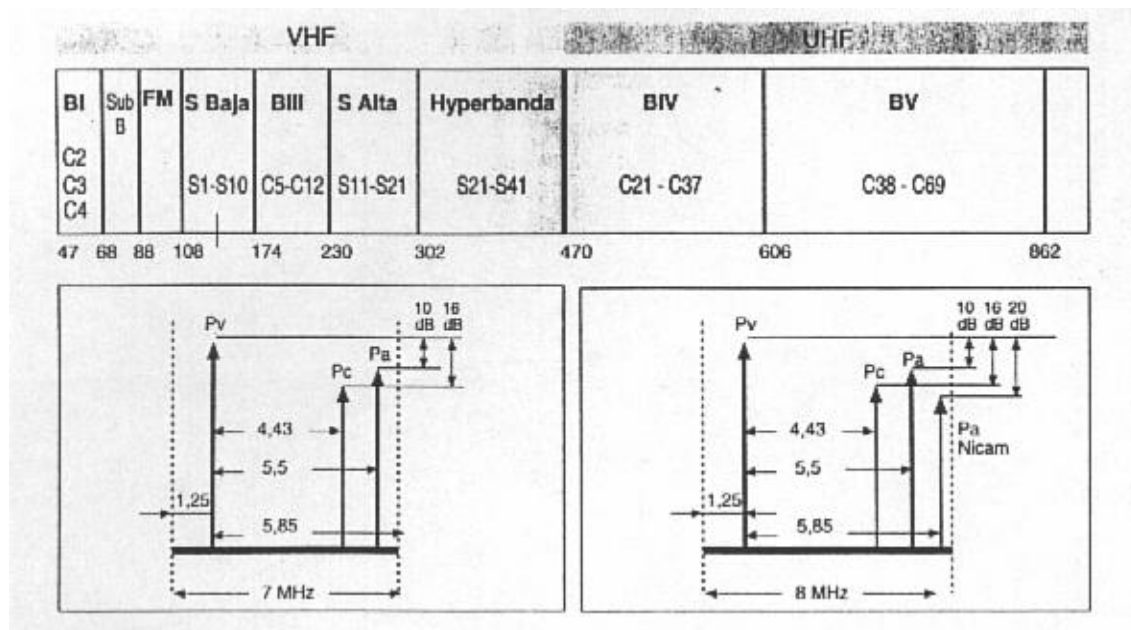


Figura 6. División en bandas del espectro de frecuencias

En el Reglamento de ICT se establece las bandas de frecuencias destinadas a la distribución de cada una de las señales del servicio de RTV terrenal:

- Radiodifusión sonora analógica, de 87.5 a 108 MHz
- Radiodifusión sonora digital, de 195 a 223 MHz
- Televisión analógica, de 470 a 830 MHz
- Televisión digital, de 470 a 862 MHz

Se establece un plan de frecuencias a partir de los canales recibidos en los sistemas de captación, y emitidos por entidades con título habilitante. A continuación se muestra el plan de frecuencias organizado por bandas:

Banda	Canales Utilizados	Canales Utilizables	Servicio
BI	Ninguno		
BII	Todos	Todos	Radio Analógica
Banda S Baja	Ninguno	S2-S10	TV A/D
BIII	8-11	5, 6, 7 y 12	Radio Digital, TV A/D
Banda S Alta	Ninguno	Todos	TV A/D
Hiperbanda	Ninguno	Todos	TV A/D
BIV	29, 30	Resto desde 21 a 37 salvo 31	TV A
		Resto desde 21 a 37	TV D
BV	48, 51, 54, 56, 58, 61, 63, 64, 66, 67, 68, 69	Desde 38 a 46, 58, 59 y desde 66 a 69	TV A
		Resto desde 38 a 69	TV D

Tabla 4. Plan de frecuencias.

g) Número de tomas

En el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril se establece que el número mínimo de de tomas de usuario será de una por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos. En el presente proyecto, se ofrece servicio de RTV a todas y cada una de las estancias de las viviendas, satisfaciendo así las exigencias de la normativa. Como ya es sabido, el conjunto de viviendas unifamiliares está formado por 34 viviendas, disponiendo de 5 estancias cada una, así pues, el número de tomas de usuario será de 5 por vivienda, resultando **un total de 170 tomas de usuario a instalar**, la ubicación de cada una de las tomas se puede observar en el plano 4.2.2.B.

h) Amplificadores necesarios (número, situación en la red y tensión máxima de salida), número de derivadores / distribuidores, según su ubicación en la red, PAU y sus características

Amplificadores necesarios

Para garantizar los niveles de señal fijados en el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, en las tomas de usuario de la urbanización, se necesitan amplificadores de cabecera que aumenten la potencia de las señales provenientes de los sistemas de captación, teniendo a la salida de dichos amplificadores el nivel de salida suficiente como para contrarrestar los efectos de las pérdidas a lo largo del trayecto hasta las tomas. En función de la atenuación mínima y máxima que se obtiene a lo largo de la red de distribución, se ajusta un nivel de salida del combinador en Z que asegure en toma de usuario unos niveles de señal dentro de los establecidos en el Reglamento ICT, siendo innecesarios, según el esquema de distribución, amplificadores intermedios en la red de distribución.

Hasta el momento, y antes de la introducción de las señales de televisión digital, en el plan de frecuencias se dejaba un canal de guarda para evitar interferencias entre canales analógicos, es decir, si se utilizaba el canal 30, no se podía emitir en los canales adyacentes, 29 y 31. Ahora bien, el espectro de frecuencias es limitado y escaso, y con la aparición e introducción de las señales de televisión digital, es imposible evitar tener canales adyacentes, provocando en algún caso interferencias. Estas interferencias provienen de la intermodulación en los amplificadores de las señales de los canales analógicos y digitales, y dependen del correcto ajuste de los amplificadores monocanales, pero fundamentalmente, de la diferencia entre los niveles relativos de las señales analógicas y digitales a la entrada de los mismos [2]. Cuando dos o más canales intermodulan, el efecto producido es la visión del canal principal y otro en movimiento por detrás. Para que en este sentido no surjan problemas, los canales digitales deben mantenerse, al menos, 10 dB por debajo de los analógicos a la salida de la antena en todo momento, como es este caso, pues los niveles de señal de TV analógica y digital son 69 dB μ V y 59 dB μ V respectivamente, por tanto, si los niveles relativos son adecuados, y los amplificadores monocanales están bien ajustados, no debería haber inconvenientes al incorporar canales digitales adyacentes, no obstante, para evitar interferencias futuras por el desajuste de los amplificadores o cambios en los niveles de señal recibida, se opta por colocar amplificadores selectivos para los canales analógicos que presenten canales adyacentes.

A continuación se presentan los tipos de amplificadores empleados en cabecera para la adaptación de las diferentes señales recibidas:

- Para los canales de TV analógica terrestre, se usan amplificadores UHF monocanal, salvo para los canales adyacentes a canales de TV digital, para los cuales se utilizan amplificadores UHF selectivos de alta ganancia.
- Para los canales de TV digital terrestre se utilizan amplificadores UHF monocanal, y para el grupo de canales se emplean amplificadores multicanal.
- Para los canales DAB de radio digital terrestre se usa un amplificador DAB.
- Para los canales FM de radio analógica terrestre se emplea un amplificador FM.

A partir de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales recibidas en el emplazamiento de las antenas, recogido en el plan de frecuencias, se determina el número necesario de amplificadores de cada modelo:

- Canales de TV analógica terrestre
 - ✓ 5 amplificadores UHF monocanal para los canales 48, 51, 54, 56 y 61.
 - ✓ 2 amplificadores UHF selectivos de alta ganancia para los canales 30 y 64, pues tienen canales de TV digital adyacentes.
- Canales de TV digital terrestre
 - ✓ 3 amplificadores UHF monocanal para los canales 29, 58 y 63.
 - ✓ 1 amplificador UHF multicanal para el grupo de canales 66, 67, 68 y 69.

- Canales DAB
 - ✓ 1 amplificador DAB para los canales 8, 9, 10 y 11.
- Canales FM
 - ✓ 1 amplificador de la banda FM.

Llegados a este punto, se conoce ya el número de amplificadores a instalar, y su situación en la red, que como se ha dicho, será en la cabecera, tras los sistemas de captación, falta pues, determinar el nivel de salida de cada amplificador para garantizar el cumplimiento de los niveles de señal en toma de usuario fijados en el Reglamento, y que se muestran en la Tabla 5:

PARÁMETRO (Nivel de señal)	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 – 862 MHz	950 – 2150 MHz
Nivel AM- TV	db μ V	57 – 80	
Nivel 64QAM-TV	db μ V	45 – 70	
Nivel FM-TV	db μ V	47 – 77	
Nivel QPSK-TV	db μ V	47 – 77	
Nivel FM Radio	db μ V	40 – 70	
Nivel DAB Radio	db μ V	30 – 70	
Nivel COFDM-TV	db μ V	45 – 70	

Tabla 5. Niveles de señal en toma de usuario exigidos en el Reglamento.

Aparecen sombreados los niveles de señal a considerar, donde los niveles de AM-TV y COFDM-TV corresponden a la señal de televisión analógica y digital terrestre respectivamente. Además, en la normativa se establece un nivel máximo de salida del amplificador de cabecera de 120 dB μ V en la banda de frecuencia de 15 – 862 MHz, mostrado en la Tabla 6:

PARÁMETRO	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 – 862 MHz	950 – 2150 MHz
Pérdida de retorno en equipos de mezcla tipo “Z”	dB	≥ 6	-
Pérdida de retorno en equipos sin mezcla	dB	≥ 10	≥ 6
Nivel máximo de trabajo/salida	dB μ V	120	110

Tabla 6. Características técnicas a la salida del equipamiento de cabecera.

Para el cálculo de los niveles de salida de los amplificadores se tienen en cuenta las pérdidas máximas y mínimas obtenidas a lo largo de toda la red, desde la salida de los amplificadores hasta la toma de usuario, unido a los niveles de señal en toma de usuario marcados en el reglamento.

- **Amplificadores de TV analógica terrestre**

En el Reglamento de ICT se exige que la señal AM-TV distribuida a cada toma de usuario tenga un nivel de señal comprendido entre 57 y 80 dBμV. Se parte de que las atenuaciones mínima y máxima desde la cabecera a las tomas de usuario es 36.3 dB y 51.1 dB, respectivamente, obtenidas en el apartado 6.2. “Cálculo de la atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera a las tomas de usuario, en la banda 15 – 862 MHz” del documento adjunto ANEXO.

Se calcula los niveles mínimo y máximo que se pueden tener a la salida de los amplificadores monocanal sin violar el margen de niveles de calidad establecido para las tomas de usuario.

Nivel mínimo a la salida de los amplificadores:

$$V_{\min} = 57 \text{ dB}\mu\text{V} + 51.1 \text{ dB} = 108.1 \text{ dB}\mu\text{V}$$

El resultado significa que para garantizar en la peor toma 57 dBμV, el nivel mínimo a la salida de los amplificadores debe ser 108.1 dBμV.

Nivel máximo a la salida de los amplificadores:

$$V_{\max} = 80 \text{ dB}\mu\text{V} + 36.3 \text{ dB} = 116.3 \text{ dB}\mu\text{V}$$

En este caso, para no superar en la mejor toma 80 dBμV, el nivel máximo debe ser 116.3 dBμV,

Por tanto, el ajuste del nivel de salida de los amplificadores debe estar comprendido entre 108.1 dBμV y 116.3 dBμV, optando por el valor intermedio aproximado:

$$V = \frac{108.1 + 116.3}{2} = 112.2 \approx 112 \text{ dB}\mu\text{V}$$

En el proyecto técnico se seleccionan cinco amplificadores monocanal y dos monocanal de alta ganancia, todos comerciales, de ganancia 50 dB y 55 dB, respectivamente, y nivel de salida máximo de 125 dBμV para una S/I (relación señal intermodulación) de 54 dB en ambos casos, **ajustados para tener a la salida del combinador en Z un nivel de 112 dBμV.**

Además, se verifica que la ganancia de los amplificadores es suficiente para acondicionar el nivel de la señal de TV analógica terrenal recibida a la entrada, proveniente de los sistemas de captación, al nivel de salida del combinador en Z necesario para suplir las pérdidas involucradas en la red hasta llegar a las tomas de usuario. Los niveles de señal recibido y de salida son 69 dBμV y 112 dBμV, respectivamente, siendo necesaria una amplificación de 43 dB, inferior a la máxima ganancia aportada por los amplificadores.

Todas las características técnicas se especifican en el apartado 4.3.1.A.b. del Pliego de Condiciones.

- **Amplificadores de TV digital terrestre**

En el Reglamento de ICT exige que la señal COFDM-TV distribuida a cada toma de usuario tenga un nivel de señal comprendido entre 45 y 70 dBμV. Al igual que en el caso anterior, las atenuaciones mínima y máxima desde la cabecera a las tomas de usuario es 36.3 dB y 51.1 dB, respectivamente, obtenidas en el apartado 6.2. *“Cálculo de la atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera a las tomas de usuario, en la banda 15 – 862 MHz”* del documento adjunto ANEXO.

Se calcula el nivel mínimo y máximo que se puede dar a la salida de los amplificadores monocanal y de grupo sin violar el margen de niveles de calidad establecido para las tomas de usuario.

Nivel mínimo a la salida de los amplificadores:

$$V_{\min} = 45 \text{ dB}\mu\text{V} + 51.1 \text{ dB} = 96.1 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Como se observa, para garantizar en la peor toma 45 dBμV, el nivel mínimo a la salida de los amplificadores debe ser 96.1 dBμV.

Nivel máximo a la salida de los amplificadores:

$$V_{\max} = 70 \text{ dB}\mu\text{V} + 36.3 \text{ dB} = 106.3 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Por otro lado, para no superar en la mejor toma 70 dBμV, el nivel máximo debe ser 106.3 dBμV

Por tanto, el nivel de salida de los amplificadores debe estar comprendido entre 96.1 dBμV y 106.3 dBμV, eligiendo el valor intermedio aproximado:

$$V = \frac{96.1 + 106.3}{2} = 101.2 \approx 100 \text{ dB}\mu\text{V}$$

En el proyecto técnico se emplean tres amplificadores monocanal, y uno multicanal, todos comerciales, de ganancia 50 dB en ambos, y nivel de salida máximo 118 dBμV y 108 dBμV respectivamente, para una S/I de 30 dB, **ajustados para tener a la salida del combinador en Z un nivel de 100 dBμV.**

Al igual que antes, se comprueba si la ganancia de los amplificadores es suficiente para acondicionar el nivel de la señal de TV digital terrenal recibida a la entrada, proveniente de los sistemas de captación, al nivel de salida del combinador en Z necesario. Los niveles de señal recibido y de salida son 59

dB μ V y 100 dB μ V, respectivamente, siendo necesaria una amplificación de 41 dB, inferior a la máxima ganancia aportada por los amplificadores.

Todas características se especifican en el apartado 4.3.1.A.b. del Pliego de Condiciones.

- **Amplificador DAB**

En el Reglamento de ICT exige que la señal DAB Radio distribuida a cada toma de usuario tenga un nivel de señal comprendido entre 30 y 70 dB μ V. La banda DAB comprende sólo el intervalo de frecuencias desde 195 a 223 MHz, a pesar de esto, se realizan los cálculos considerando toda la banda de 15 a 862 MHz, al igual que en los casos de amplificadores de TV analógica y digital terrestre, al ser cálculos más restrictivos, pues a mayor frecuencia mayor atenuación.

Se calcula el nivel mínimo y máximo que se puede dar a la salida del amplificador DAB sin violar el margen de niveles de calidad establecido para las tomas de usuario.

Nivel mínimo a la salida de los amplificadores:

$$V_{\min} = 30dB\mu V + 51.1dB = 81.1dB\mu V$$

Para garantizar en la peor toma 30 dB μ V, el nivel mínimo a la salida de los amplificadores debe ser 81.1 dB μ V.

Nivel máximo a la salida de los amplificadores:

$$V_{\max} = 70dB\mu V + 36.3dB = 106.3dB\mu V$$

Para no superar en la mejor toma 70 dB μ V, el nivel máximo debe ser 106.3 dB μ V.

Por tanto, el nivel de salida de los amplificadores debe estar comprendido entre 81.1dB μ V y 106.3dB μ V, considerando como nivel de salida aproximadamente el valor intermedio:

$V = \frac{81.1 + 106.3}{2} = 93.7 \approx 90dB\mu V$

En el proyecto técnico se emplea un amplificador DAB comercial, de nivel de salida máximo 114 dB μ V, para una S/I de 50 dB y ganancia 45 dB, **ajustados para tener a la salida del combinador en Z un nivel de 90 dB μ V.**

De la misma manera, se comprueba si la ganancia de los amplificadores es suficiente. Los niveles de señal recibido y de salida son 57 dB μ V y 90 dB μ V,

respectivamente, siendo necesaria una amplificación de 33 dB, inferior a la máxima ganancia aportada por los amplificadores.

Todas las características se especifican en el apartado 4.3.1.A.b. del Pliego de Condiciones.

- **Amplificador FM**

El Reglamento de ICT exige que la señal FM distribuida a cada toma de usuario tenga un nivel de señal comprendido entre 40 y 70 dBμV. La banda FM comprende sólo el intervalo de frecuencias desde 87.5 a 108 MHz, a pesar de esto, se realizan los cálculos considerando toda la banda de 15 a 862 MHz, al igual que se ha hecho con el amplificador DAB.

Se calcula el nivel mínimo y máximo que se puede dar a la salida del amplificador FM sin violar el margen de niveles de calidad establecido para las tomas de usuario.

Nivel mínimo a la salida de los amplificadores:

$$V_{\min} = 40dB\mu V + 51.1dB = 91.1dB\mu V$$

Para garantizar en la peor toma 40 dBμV, el nivel mínimo a la salida de los amplificadores debe ser 91.1 dBμV.

Nivel máximo a la salida de los amplificadores:

$$V_{\max} = 70dB\mu V + 36.3dB = 106.3dB\mu V$$

Para no superar en la mejor toma 70 dBμV, el nivel máximo debe ser 106.3 dBμV

Por tanto, el nivel de salida de los amplificadores debe estar comprendido entre 91.1 dBμV y 106.3 dBμV, considerando como nivel de salida aproximadamente el valor intermedio,

$$V = \frac{91.1 + 106.3}{2} = 98.7 \approx 95dB\mu V$$

En el proyecto técnico se emplea un amplificador FM comercial, de nivel de salida máximo 114 dBμV, para una S/I de 54 dB, y ganancia 30 dB, **ajustados para tener a la salida del combinador en Z un nivel de 95 dBμV.**

Por último, se comprueba si la ganancia de los amplificadores es suficiente. Los niveles de señal recibido y de salida son 65 dBμV y 95 dBμV, respectivamente, siendo necesaria una amplificación de 30 dB, la cual no excede la máxima ganancia aportada por los amplificadores.

Todas las características se especifican en el apartado 4.3.1.A.b. del Pliego de Condiciones.

Para todos los amplificadores se cumple que el nivel de salida no supera el máximo de 120 dB μ V establecido por el reglamento en la banda de frecuencia de 15 – 862 MHz, además de tener ganancia suficiente para adaptar el nivel de las señales RTV terrenales recibidas, provenientes de los sistemas de captación, al nivel de salida del combinador en Z necesario para suplir las pérdidas involucradas en la red hasta llegar a las tomas de usuario.

Número de derivadores

En el apartado 6.1. “*Diseño de la red RTV terrenal y de satélite*” del documento adjunto ANEXO se explica el diseño y estructura de la red, junto con el número y tipo de derivadores necesarios, pero básicamente, la idea es hacer llegar a los puntos de acceso al usuario dos cables, con la mezcla de las señales procedentes de la cabecera de la instalación (señal terrenal + FI₁ y señal terrenal + FI₂), y elegir el usuario las señales que desee ver, seleccionando uno de los cables. En resumen, a la salida de los amplificadores de cabecera se dispone de un mezclador para combinar las señales de RTV terrenales con las previstas de los dos satélites, cada salida (señal terrenal + FI₁ y señal terrenal + FI₂) se introduce en un distribuidor de cuatro salidas, teniendo las réplicas suficientes para prolongar por cada uno de los cuatro ramales (red de distribución) los dos cables que han de llegar a cada vivienda. A lo largo de cada ramal, se derivan las señales de los dos cables mediante la instalación de dos derivadores iguales por punto de derivación.

A continuación se presenta en las Tablas 7 y 8, el tipo de derivadores instalados en cada ramal para ofrecer niveles de señal equilibrados en las tomas de usuario:

PRIMER RAMAL		SEGUNDO RAMAL	
VIVIENDA	DERIVADOR	VIVIENDA	DERIVADOR
1	CLASE C	13	CLASE B
2		14	
3		15	CLASE TA
4		16	
5	CLASE B	17	
6		18	
7			
8			
9	CLASE TA		
10			
11			
12			

Tabla 7. Tipo de derivadores instalados en el primer y segundo ramal.

TERCER RAMAL		CUARTO RAMAL	
VIVIENDA	DERIVADOR	VIVIENDA	DERIVADOR
26	CLASE B	27	CLASE B
25		28	
24		29	
23		30	
22	CLASE TA	31	CLASE TA
21		32	
20		33	
19		34	

Tabla 8. Tipo de derivadores instalados en el tercer y cuarto ramal.

Por tanto, el número de derivadores total que hace falta para la distribución de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenal son:

- 2 clase C de cuatro salidas
- 6 clase B de cuatro salidas
- 2 clase B de dos salidas
- 8 clase TA de cuatro salidas

PAU

Una vez las redes de dispersión e interior de usuario, se sitúa en el interior de cada domicilio de usuario, delimitando responsabilidades en cuanto a la generación, localización y reparación de averías entre la propiedad del inmueble y el usuario del domicilio. Los dos cables provenientes de la red de dispersión, con la mezcla de la señal terrenal y de los dos satélites, terminan en un sistema de dos entradas y cinco salidas, formado por un PAU, que permite al usuario elegir el cable que desee, y un distribuidor de cinco salidas, desde el que prolongar a las tomas de usuario las señales del cable seleccionado.

Número de distribuidores

A lo largo de la red, el número de distribuidores es el siguiente:

- 2 distribuidores de cuatro salidas, situados en cabecera
- 34 PAU + distribuidor de cinco salidas, uno por vivienda.

i) Cálculo de parámetros básicos de la instalación

1) Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso

El nivel de señal en el mejor y peor caso vendrá dado por el nivel de señal a la salida del amplificador menos las atenuaciones mínima y máxima que se obtienen a lo largo de la red, desde la salida de los amplificadores de cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y peor caso. El nivel de señal en el mejor caso se consigue en la toma de usuario

del salón, cocina y habitación-1 de las viviendas 32 y 33, mientras que el nivel de señal en el peor caso se obtiene en la toma de usuario de la habitación-3 de la vivienda 1.

$$V_{\text{mejor_toma}} = V_{\text{salida_amplif.}} - P_{\text{min}} \quad (1)$$

$$V_{\text{peor_toma}} = V_{\text{salida_amplif.}} - P_{\text{max}} \quad (2)$$

donde,

- $V_{\text{salida_amplif.}}$, nivel de salida del amplificador
- P_{min} , atenuación desde la salida de los amplificadores hasta la toma de usuario en el mejor caso
- P_{max} , atenuación desde la salida de los amplificadores hasta la toma de usuario en el peor caso

Las atenuaciones mínima y máxima desde la cabecera a las tomas de usuario es 36.3 dB y 51.1 dB, respectivamente, obtenidas en el apartado 6.2. “Cálculo de la atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera a las tomas de usuario, en la banda 15 – 862 MHz” del documento adjunto ANEXO. Se calcula el nivel de señal en el mejor y peor caso para cada una de las señales distribuidas:

- **Señal de TV analógica terrestre**

El nivel de salida del amplificador es 112 dBμV.

$$V_{\text{mejor_toma}} = 112 \text{ dB}\mu\text{V} - 36.3 \text{ dB} = 75.7 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$V_{\text{peor_toma}} = 112 \text{ dB}\mu\text{V} - 51.1 \text{ dB} = 60.9 \text{ dB}\mu\text{V}$$

- **Señal de TV digital terrestre**

El nivel de salida del amplificador es 100 dBμV.

$$V_{\text{mejor_toma}} = 100 \text{ dB}\mu\text{V} - 36.3 \text{ dB} = 63.7 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$V_{\text{peor_toma}} = 100 \text{ dB}\mu\text{V} - 51.1 \text{ dB} = 48.9 \text{ dB}\mu\text{V}$$

- **Señal de radio digital DAB**

El nivel de salida del amplificador es 90 dBμV.

$$V_{\text{mejor_toma}} = 90 \text{ dB}\mu\text{V} - 36.3 \text{ dB} = 53.7 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$V_{\text{peor_toma}} = 90 \text{ dB}\mu\text{V} - 51.1 \text{ dB} = 38.9 \text{ dB}\mu\text{V}$$

- **Señal de radio analógica FM**

El nivel de salida del amplificador es 95 dBμV.

$$V_{\text{mejor_toma}} = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 36.3 \text{ dB} = 58.7 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$V_{\text{peor_toma}} = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 51.1 \text{ dB} = 43.9 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Los resultados se presentan resumidos en la Tabla 9:

Señal distribuida	Nivel en el PEOR caso (dBμV)	Nivel en el MEJOR caso (dBμV)	Niveles exigidos en el Reglamento (dBμV)
TV analógica terrestre	60.9	75.7	57 – 80
TV digital terrestre	48.9	63.7	45 – 70
Radio digital DAB	38.9	53.7	30 – 70
Radio analógica FM	43.9	58.7	40 – 70

Tabla 9. Comparativa entre los niveles de señal terrenales en toma de usuario en el mejor y peor caso, y los exigidos en el Reglamento.

Para todas las señales recibidas en toma de usuario se verifica los rangos de calidad marcados en el Reglamento.

2) *Respuesta amplitud frecuencia (Variación máxima de la atenuación a diversas frecuencias en el mejor y en el peor caso)*

La respuesta amplitud frecuencia en banda se define como la diferencia máxima de atenuación de señal en la banda de 15 – 862 MHz en la peor y mejor toma. Esta diferencia de atenuación vendrá dada por el comportamiento (atenuación) del cable a diferentes frecuencias. El Real Decreto 401/2003, de 4 de abril especifica 16 dB como diferencia máxima de atenuación en la banda 15 – 862 MHz.

Mejor toma de usuario (Salón y habitación-1 de las viviendas 32 y 33)

- Atenuación de señal a 15 MHz = 36.3 dBμV
- Atenuación de señal a 862 MHz = 42.0 dBμV
- Diferencia máxima de atenuación = 42.0 – 36.3 dBμV = **5.7 dB**

Peor toma de usuario (Habitación-3 de la vivienda 1)

- Atenuación de señal a 15 MHz = 46.7 dBμV
- Atenuación de señal a 862 MHz = 51.1 dBμV
- Diferencia máxima de atenuación = 51.1 - 46.7 dBμV = **4.4 dB**

La Tabla 10 refleja los valores obtenidos:

Mejor toma de usuario	Peor toma de usuario
5.7 dB	4.4 dB

Tabla 10. Variación máxima de la atenuación terrenal en el mejor y en el peor caso.

Se cumple con lo establecido en el Reglamento en el mejor y peor caso, al ser la variación máxima de la atenuación menor que 16 dB. Asimismo, la respuesta amplitud/frecuencia de cualquier canal será inferior a ± 3 dB en toda la banda y no superará los ± 0.5 dB en un ancho de banda de 1 MHz.

3) ***Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 15 – 862 MHz. (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario)***

(Ver cálculos realizados en el apartado 6.2. “Cálculo de la atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera a las tomas de usuario, en la banda 15 – 862 MHz” del documento adjunto ANEXO)

En este apartado se presenta la atenuación total desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 15 – 862 MHz. Para el cálculo de la atenuación se requiere conocer las pérdidas introducidas por el cable y los dispositivos a diferentes frecuencias, datos aportados en las características de los elementos activos y pasivos, apartado 3.1.A.b y 3.1.A.c respectivamente, del Pliego de Condiciones. En concreto, el cable presenta una atenuación de 16 dB/100m para la frecuencia de 862 MHz, y 1.8 dB/100m para 15 MHz:

Estancia Vivienda	Frec. (MHz)	SALÓN	COCINA	HAB-1	HAB-2	HAB-3
1	15	46.5	46.6	46.5	46.6	46.7
	862	49.6	50.1	49.9	50.9	51.1
2	15	46.3	46.4	46.3	46.4	46.4
	862	48.0	48.3	48.0	49.0	49.1
3	15	46.3	46.4	46.3	46.4	46.4
	862	48.0	48.3	48.0	49.0	49.1
4	15	46.4	46.5	46.4	46.5	46.6
	862	49.0	49.3	49.0	49.9	50.1
5	15	42.9	42.9	42.9	43.0	43.0
	862	49.0	49.3	49.0	50.0	50.1
6	15	42.8	42.8	42.8	42.9	42.9
	862	48.0	48.3	48.0	49.0	49.1
7	15	42.8	42.8	42.8	42.9	42.9
	862	48.0	48.3	48.0	49.0	49.1
8	15	42.9	42.9	42.9	43.0	43.0
	862	49.0	49.3	49.0	50.0	50.1
9	15	37.6	37.7	37.6	37.8	37.8
	862	45.6	45.9	45.6	46.5	46.7
10	15	37.6	37.7	37.6	37.8	37.8
	862	45.6	45.9	45.6	46.5	46.7
11	15	37.8	37.8	37.8	37.9	37.9
	862	46.5	46.8	46.5	47.4	47.6
12	15	37.9	37.9	37.9	38.0	38.0
	862	47.4	47.8	47.4	48.4	48.6

Tabla 11. Atenuación en la banda 15 – 862 MHz desde la vivienda 1 a la 12.

Estancia Vivienda	Frec. (MHz)	SALÓN	COCINA	HAB-1	HAB-2	HAB-3
13	15	41.2	41.3	41.2	41.3	41.3
	862	49.5	50.5	49.9	50.8	51.0
14	15	41.2	41.2	41.2	41.3	41.3
	862	49.7	50.0	49.7	50.7	50.8
15	15	37.1	37.2	37.1	37.2	37.3
	862	49.2	49.5	49.2	50.2	50.3
16	15	37.0	37.1	37.0	37.1	37.1
	862	48.2	48.6	48.2	49.2	49.4
17	15	37.0	37.1	37.0	37.1	37.1
	862	48.2	48.6	48.2	49.2	49.4
18	15	37.1	37.2	37.1	37.2	37.3
	862	48.9	49.8	49.2	50.2	50.3
19	15	36.8	36.8	36.8	36.9	36.9
	862	46.3	46.6	46.3	47.3	47.4
20	15	36.7	36.7	36.7	36.8	36.8
	862	45.4	45.7	45.4	46.3	46.5
21	15	36.7	36.7	36.7	36.8	36.8
	862	45.4	45.7	45.4	46.3	46.5
22	15	36.8	36.8	36.8	36.9	36.9
	862	46.3	46.6	46.3	47.3	47.4
23	15	41.9	41.9	41.9	42.0	42.0
	862	47.8	48.1	47.8	48.8	48.9
24	15	41.7	41.8	41.7	41.9	41.9
	862	46.9	47.2	46.9	47.8	48.0
25	15	41.7	41.8	41.7	41.9	41.9
	862	46.9	47.2	46.9	47.8	48.0
26	15	41.9	41.9	41.9	42.0	42.0
	862	47.8	48.1	47.8	48.8	48.9
27	15	41.4	41.5	41.4	41.5	41.6
	862	44.0	44.3	44.0	44.9	45.1
28	15	41.3	41.4	41.3	41.4	41.4
	862	43.0	43.3	43.0	44.0	44.1
29	15	41.3	41.4	41.3	41.4	41.4
	862	43.0	43.3	43.0	44.0	44.1

Tabla 12. Atenuación en la banda 15 – 862 MHz desde la vivienda 13 a la 29.

Estancia Vivienda	Frec. (MHz)	SALÓN	COCINA	HAB-1	HAB-2	HAB-3
30	15	41.4	41.5	41.4	41.5	41.6
	862	44.0	44.3	44.0	44.9	45.1
31	15	36.4	36.4	36.4	36.5	36.5
	862	42.5	42.8	42.5	43.4	43.6
32	15	36.3	36.3	36.3	36.4	36.4
	862	41.5	41.8	41.5	42.5	42.6
33	15	36.3	36.3	36.3	36.4	36.4
	862	41.5	41.8	41.5	42.5	42.6
34	15	36.5	36.5	36.5	36.6	36.6
	862	43.3	43.8	43.6	44.6	44.7

Tabla 13. Atenuación en la banda 15 – 862 MHz desde la vivienda 30 a la 34.

Como se observa, **la menor atenuación** se obtiene **en la toma del salón, cocina y habitación-1 de las viviendas 32 y 33, con un valor de 36.3 dB**. Mientras que **la mayor atenuación** se obtiene en la toma de la habitación-3 de la vivienda 1, con un valor de 51.1 dB.

4) *Relación señal / ruido*

(Ver cálculos realizados en el apartado 6.4 “Relación señal / ruido para RTV terrenal” del documento adjunto ANEXO)

Se define como la relación entre el nivel de señal en toma de usuario y el nivel de ruido que llega a ésta. Es la manera de indicar la calidad de la señal una vez demodulada en toma de usuario.

En la Tabla 14 se muestra la relación portadora ruido obtenida en toma de usuario para cada tipo de señal, y la fijada por el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril en cada caso:

SEÑAL	C/N en toma de usuario	C/N mínima fijada por el Reglamento
AM-TV	54.3	43
COFDM-TV	41.6	25
COFDM-DAB	27.9	18
FM-Radio	38.3	38

Tabla 14. Comparativa C/N en toma de usuario y exigida en el Reglamento en 15 – 862 MHz.

Como se observa, la relación C/N para cada servicio cumple con lo establecido en el Reglamento ICT al ser mayor que los niveles de calidad definidos.

5) *Intermodulación*

Es un tipo de interferencia presente siempre en cualquier dispositivo activo, no obstante, sus consecuencias son imperceptibles si no se sobrepasa el nivel máximo de salida del amplificador, en caso contrario, se provocan distorsiones y pérdida de calidad en la señal de televisión.

Para amplificadores monocal, como es el caso, se denomina intermodulación simple, definiéndose como el nivel de los productos de intermodulación de tercer orden provocados por las tres portadoras presentes en un canal de televisión (vídeo, audio y color).

En amplificadores monocal, se calcula la relación señal intermodulación de la siguiente manera:

$$C/I = C/I_{ref} - 2(V_{salida} - V_{salida_max}) \quad (3)$$

donde,

- C/I_{ref} , relación señal intermodulación de referencia, dado por el fabricante
- V_{out} , nivel real de salida del amplificador
- V_{out_max} , nivel máximo de salida del amplificador especificado por el fabricante para la C/I_{ref}

Para el caso concreto de nuestros amplificadores, los valores de referencia indicados por el fabricante son:

- Amplificador monocal UHF para señal analógica: $C/I_{ref} = 54dB$
- Amplificador monocal UHF para señal digital: $C/I_{ref} = 30dB$
- Amplificador multocal UHF para señal digital: $C/I_{ref} = 30dB$

A continuación se determina la relación de intermodulación para cada señal de televisión:

- AM-TV

$$C/I = 54dB - 2(112dB\mu V - 125dB\mu V) = 80dB$$

- COFDM-TV

$$C/I = 30dB - 2(100dB\mu V - 108dB\mu V) = 46dB$$

En la Tabla 15 se muestra el resumen de las relaciones señal intermodulación obtenidas en cada caso, junto con los valores establecidos por la normativa, y se observa como se cumple con lo fijado en el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril.

Señal	C/I (dB)	C/I exigida en el Reglamento (dB)
AM-TV	80	≥ 54
COFDM-TV	46	≥ 30

Tabla 15. Comparativa C/I en toma de usuario y exigida en el Reglamento en 15 – 862 MHz.

j) Descripción de los elementos componentes de la instalación:

1) *Sistemas captadores:*

CANTIDAD	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN (Ganancia en dB)
1	Antena FM	1
1	Antena DAB	8
1	Antena UHF Tipo L	12

Tabla 16. Sistemas captadores necesarios.

Soportes para los elementos captadores

CANTIDAD	ELEMENTO
1	Tramo intermedio de torreta de 3m.
1	Tramo superior de torreta de 3m.
1	Mástil de acero de 3 m.
1	Base fija
1	Conjunto de anclajes

Tabla 17. Soportes necesarios para los elementos captadores.

2) *Amplificadores*

CANT.	TIPO AMPLIFICADOR	CANALES UTILIZADOS	DESCRIPCIÓN
1	FM	Banda FM	G=30 dB $V_{\max}=114 \text{ dB}\mu\text{V}$
1	DAB	8, 9, 10 y 11	G=45 dB $V_{\max}=114 \text{ dB}\mu\text{V}$
8	UHF monocanal	Analógicos: 48, 51, 54, 56 y 61	G=50 dB $V_{\max}=125 \text{ dB}\mu\text{V}$
		Digitales: 28, 58 y 63	G=50 dB $V_{\max}=118 \text{ dB}\mu\text{V}$
2	UHF selectivos	30 y 64	G=55 dB $V_{\max}=125 \text{ dB}\mu\text{V}$
1	UHF multicanal	66-69	G=50 dB $V_{\max}=108 \text{ dB}\mu\text{V}$

Tabla 18. Amplificadores necesarios.

3) *Mezcladores*

CANTIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	MATV-FI	Mezcla una señal MATV con dos FI. Margen de frecuencias de 5-2400 MHz

Tabla 19. Mezcladores necesarios.

4) *Distribuidores*

CANT.	TIPO DISTRIBUIDOR	SITUACIÓN	DESCRIPCIÓN
2	De 4 salidas	En cabecera	Pérd. Inserción MATV=7.5 dB
			Pérd. Inserción FI=10 dB
34	De 5 salidas + PAU	En el PAU de cada vivienda	Pérd. Inserción MATV=10 dB
			Pérd. Inserción FI=12 dB

Tabla 20. Distribuidores necesarios.

Derivadores

CANTIDAD	TIPO DERIVADOR	DESCRIPCIÓN
2	Clase C de 4 salidas	Pérd. Deriv. MATV=24 dB
		Pérd. Deriv. FI=24 dB
6	Clase B de 4 salidas	Pérd. Deriv. MATV=19 dB
		Pérd. Deriv. FI=20 dB
2	Clase B de 2 salidas	Pérd. Deriv. MATV=18 dB
		Pérd. Deriv. FI=19 dB
8	Clase TA de 4 salidas	Pérd. Deriv. MATV=12 dB
		Pérd. Deriv. FI=12 dB

Tabla 21. Derivadores necesarios.

Tomas

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
170	5 tomas de usuario por vivienda

Tabla 22. Tomas necesarias.

5) *Cable*

LONGITUD	TIPO
<1.500 m	Coaxial T100

Tabla 23. Cable coaxial necesario.

6) **Materiales complementarios**

CANTIDAD	ELEMENTO
1	Fuente de alimentación de $V_{dc}=24V$; $I_{max}=2.5^a$
1	Cofre T03/T05 (14M+A) para almacenar los amplificadores
12	Impedancias de carga de 75Ω
-	Tomas de tierra

Tabla 24. Materiales complementarios necesarios.

4.1.2.B **Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite**

El Real Decreto 401/2003, de 4 de abril no exige la instalación de los sistemas de captación ni de los elementos de cabecera, debido a que en un principio no se incorporan las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite a la ICT, pero sí disponer las previsiones para que con posterioridad, puedan instalarse dos antenas parabólicas orientadas hacia los satélites Astra e Hispasat, y el equipamiento de cabecera (amplificadores), permitiendo ofrecer el servicio en cualquier toma de usuario.

a) **Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satélite**

(Ver cálculos realizados en el apartado 6.6. “Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satélite” del documento adjunto ANEXO)

Como se ha comentado, se establece la previsión para incorporar las señales de los satélites Astra e Hispasat a la distribución de las señales terrenales, así pues, se especifican el emplazamiento, orientación y parámetros de las dos antenas parabólicas receptoras a instalar con posterioridad.

Las antenas se ubicarán en la azotea del RITU, junto al sistema de captación de señales de RTV terrenales, en los puntos de anclaje previstos a tal efecto, exactamente en la zona indicada en el plano de instalaciones de servicios de ICT en planta cubierta (plano 2.2.F.), con una orientación concreta, determinada a continuación. La urbanización objeto del proyecto técnico se emplaza en el municipio madrileño de Collado-Villalba, cuyas coordenadas se obtienen de una página web de información del mismo, y son, Latitud: $40^{\circ} 36' N$ y Longitud: $3^{\circ} 59' O$. A su vez, los satélites se distribuyen en una órbita geoestacionaria situada por encima del ecuador, necesitando solamente sus longitudes al hablar de sus posiciones, por tanto, Longitud Astra $19.2^{\circ} E$ e Hispasat $30^{\circ} O$. A partir de estos datos, se obtiene como resultado de los cálculos realizados en el apartado 6.2 “Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satélite” del documento adjunto ANEXO, la elevación y azimuth de cada una de las antenas:

Satélite	Elevación Antena	Azimut Antena
Astra	37.4°	146.6°
Hispasat	36°	216.9°

Tabla 25. Orientación de las antenas parabólicas.

En este punto, no sólo se selecciona el emplazamiento y orientación de las antenas, también se obtienen parámetros característicos para satisfacer una relación C/N mínima establecida en la normativa. El Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, especifica que para la señal FM-TV (modulación de la señal analógica emitida por satélite), la C/N en toma de usuario debe ser mayor que 15 dB, y para la señal QPSK-TV (modulación de la señal digital emitida por satélite) mayor que 11 dB. No obstante, sobre estos valores mínimos se fija un margen de seguridad de 1.5 dB, y además se considera una posible pérdida de calidad correspondiente a un error de orientación de la antena (1 dB) y una degeneración de la red de distribución (1 dB). Por tanto, se determinan los parámetros de las antenas para cumplir una C/N en toma de usuario de 18.5 dB para la señal FM-TV y 14.5 dB para la señal QPSK-TV.

Tras los cálculos realizados en el apartado 6.6. “Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satélite” del documento adjunto ANEXO, para cumplir con la relación portadora-ruido marcada, el diámetro necesario de cada antena parabólica será el siguiente:

Antena	Diámetro
Astra	130 cm
Hispasat	100 cm

Tabla 26. Diámetro de las antenas parabólicas.

Junto con estas antenas comerciales, se utilizan LNBs, también comerciales, con una ganancia de 55 dB y una figura de ruido de 0.7 dB. Sus características se presentan en el apartado 3.1.A.a. del Pliego de Condiciones, pero resaltar, que es material recomendado y no preceptivo.

Cabe destacar que el sistema de antenas parabólicas se encontrará a menos de 20 m, al situarse en la azotea del RITU, por tanto, se considera una velocidad de viento de 130 Km/h, para la cual la presión de viento es 800 N/m^2 , presentando una carga al viento cada antena de:

Diámetro disco	100 cm	130 cm
Carga al viento (N)	764.4	1421

Tabla 27. Carga al viento que presenta cada antena parabólica.

b) Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal de satélite

(Ver cálculos realizados en el apartado 6.7. “Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal de satélite” del documento adjunto ANEXO)

Al igual que ocurría con las antenas receptoras de la señal de satélite, no es cometido del presente proyecto técnico la instalación de los soportes, pero sí prever puntos de anclaje de los mismos. Los puntos deben embutirse en unas zapatas de hormigón que irán incrustadas en la parte alta del RITU, cuyas dimensiones y diseños finales deben ser fijadas por el arquitecto, teniendo en cuenta los esfuerzos y momentos máximos que deben aguantar los sistemas, y que se indican en el pliego de condiciones. No obstante, para enriquecer el proyecto técnico, se dimensionan dichas zapatas en el apartado 3.1.A.a del pliego de condiciones, a pesar de no ser necesario. Los conjuntos zapata-soporte se colocarán adecuadamente para no entorpecer la orientación de las antenas parabólicas, indicando el emplazamiento exacto en el plano de instalaciones de servicios de ICT en planta cubierta (plano 4.2.2.C)

Los soportes de las antenas receptoras que irán anclados a los puntos de anclaje previstos son:

- Soporte tipo pie de 120 cm para la antena de diámetro 130 cm (Astra).
- Soporte tipo pie de 66 cm para la antena de diámetro 100 cm (Hispasat).

c) Previsión para incorporar las señales de satélite

El Real Decreto 401/2003, de 4 de abril no exige la instalación de los elementos de cabecera necesarios para recibir las señales de satélite, pero sí dejar preparada la red de distribución, de dispersión y la de usuario para una posterior distribución de las señales por satélite de 950 a 2150 MHz, y ¿por qué esta banda de frecuencia? Resulta que las frecuencias de transmisión del enlace descendente del satélite son muy altas, en concreto, la banda KU comprende desde 10.7 a 12.75 GHz, impidiendo la distribución de las señales por los cables coaxiales tras ser recibidas en las antenas, pues un cable coaxial no soporta frecuencias tan elevadas, por tanto, la solución es convertir estas frecuencias, mediante el dispositivo LNB ubicado en el foco de la antena, en una banda de frecuencias menores, tolerada por los cables coaxiales, denominada banda de frecuencia intermedia (FI). En el Reglamento de ICT, se especifica esta banda de FI desde 950 a 2150 MHz, solucionando así el problema de distribución por los cables coaxiales sin provocar solapamientos con el rango de frecuencias de las señales procedentes de emisiones terrenales, entre 15 y 862 MHz.

Por tanto, en cualquier toma de usuario se podría recibir las señales emitidas por satélite con sólo instalar los elementos de cabecera recomendados en el proyecto, y que han sido calculados bajo el cumplimiento de unos requisitos mínimos de calidad. De esta forma, el proyecto ICT cumple con la previsión de incorporar las señales de satélite en un futuro.

d) Mezcla de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite con las terrenales

La señal terrestre se mezcla con las de satélite en cabecera mediante un mezclador de tres entradas (FI_1 , FI_2 y MATV), que da lugar a dos salidas (FI_1 +MATV y FI_2 +MATV). Cada una de estas salidas es la composición de la señal terrenal y una señal de satélite, Astra o Hispasat. Cada una de estas mezclas se distribuye por un cable, teniendo en consecuencia, dos cables a lo largo de toda la red de distribución y dispersión, cables que por supuesto, llegan al PAU de cada vivienda. Así pues, cada usuario tiene la posibilidad de decidir qué señal de satélite recibir, FI_1 ó FI_2 , además de la señal terrenal, con sólo seleccionar uno u otro cable en el PAU.

e) Amplificadores necesarios

Para garantizar los niveles de señal fijados en el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril en todas las tomas de la urbanización, se necesitarán dos amplificadores FI-SAT de banda ancha comerciales e iguales en cabecera, uno para amplificar las señales provenientes del satélite Astra y otro para las del Hispasat, no siendo necesario tener amplificadores intermedios. El Reglamento de ICT exige que las señales FM-TV y QPSK-TV distribuidas a cada toma de usuario tengan un nivel de señal comprendido entre 47 y 77dB μ V, como se presenta en la Tabla 28:

PARÁMETRO (Nivel de señal)	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 – 862 MHz	950 – 2150 MHz
Nivel AM- TV	db μ V	57 – 80	
Nivel 64QAM-TV	db μ V	45 – 70	
Nivel FM-TV	db μ V	47 – 77	
Nivel QPSK-TV	db μ V	47 – 77	
Nivel FM Radio	db μ V	40 – 70	
Nivel DAB Radio	db μ V	30 – 70	
Nivel COFDM-TV	db μ V	45 – 70	

Tabla 28. Niveles de señal en toma de usuario exigidos en el Reglamento.

Aparecen sombreados los niveles de señal a considerar, donde los niveles de FM-TV y QPSK-TV corresponden a la señal de televisión analógica y digital de satélite respectivamente. Además, en la normativa se establece un nivel máximo de salida del amplificador de cabecera de 110 dB μ V en la banda de frecuencia de 950 – 2150 MHz, mostrado en la Tabla 29:

PARÁMETRO	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 – 862 MHz	950 – 2150 MHz
Pérdida de retorno en equipos de mezcla tipo “Z”	dB	≥ 6	-
Pérdida de retorno en equipos sin mezcla	dB	≥ 10	≥ 6
Nivel máximo de trabajo/salida	dB μ V	120	110

Tabla 29. Características técnicas a la salida del equipamiento de cabecera.

Para el cálculo de los niveles de salida de los amplificadores FI se tienen en cuenta las pérdidas máximas y mínimas obtenidas a lo largo de toda la red, desde la salida de los amplificadores hasta la toma de usuario, unido a los niveles de señal en toma de usuario marcados en el reglamento.

Se parte de que las atenuaciones mínima y máxima desde la cabecera a las tomas de usuario es 46.3 dB y 62.9 dB, respectivamente, obtenidas en el apartado 6.5. “Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 – 2150 MHz” del documento adjunto ANEXO.

Nivel mínimo a la salida de los amplificadores para garantizar en la peor toma 47dB μ V:

$$V_{\min} = 47 \text{ dB}\mu\text{V} + 62.9 \text{ dB} = 109.9 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Nivel máximo a la salida de los amplificadores para no superar en la mejor toma 77 dB μ V:

$$V_{\max} = 77 \text{ dB}\mu\text{V} + 46.3 \text{ dB} = 123.3 \text{ dB}\mu\text{V}$$

La conclusión es que el nivel de salida de los dos amplificadores deberá estar comprendido entre 109.9 dB μ V y 123.3 dB μ V, pero como el Real Decreto 401/2003 obliga a que el nivel máximo de trabajo/salida del equipamiento de cabecera sea 110 dB μ V, en consecuencia, éste será el nivel de salida que se considera.

En el proyecto técnico se recomienda un amplificador FI comercial tras cada antena parabólica, de ganancia mínima 35 dB y máxima 50 dB, según frecuencia a amplificar, y nivel de salida máximo de 124 dB μ V para una S/I de 35 dB, **ajustado para tener a la salida del combinador en Z un nivel de 110 dB μ V con una ganancia típica de 40 dB.**

Si en el momento de la instalación de los amplificadores, la ganancia de 40 dB no fuese suficiente para aumentar el nivel de señal recibido a la entrada, proveniente de las antenas parabólicas, al nivel de salida necesario, se recurriría a un pequeño aumento de la ganancia en detrimento de la C/N, pero no lo bastante como para incumplir valores mínimos.

Todas las características técnicas de los amplificadores recomendados se especifican en el apartado 4.3.1.A.b. del Pliego de Condiciones.

f) Cálculo de parámetros básicos de la instalación:

1) Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso.

El nivel de señal en el mejor y peor caso vendrá dado por el nivel de señal a la salida del amplificador menos las atenuaciones mínima y máxima que se obtienen a lo largo de la red, desde la salida de los amplificadores de cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y peor caso. El nivel de señal en el mejor caso se consigue en la toma de usuario del salón, y de la habitación-1 de las viviendas 32 y 33, mientras que el nivel de señal en el peor caso se obtiene en la toma de usuario de la habitación-3 de la vivienda 15 y 18.

$$V_{\text{mejor_toma}} = V_{\text{salida_amplif.}} - P_{\text{min}} \quad (4)$$

$$V_{\text{peor_toma}} = V_{\text{salida_amplif.}} - P_{\text{max}} \quad (5)$$

donde,

- $V_{\text{salida_amplif.}}$, nivel de salida del amplificador
- P_{min} , atenuación desde la salida de los amplificadores hasta la toma de usuario en el mejor caso
- P_{max} , atenuación desde la salida de los amplificadores hasta la toma de usuario en el peor caso

Las atenuaciones mínima y máxima desde la cabecera a las tomas de usuario es 46.3 dB y 62.9 dB, respectivamente, obtenidas en el apartado 6.5. “Cálculo de la atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera a las tomas de usuario, en la banda 950 -2150 MHz” del documento adjunto ANEXO. Se calcula el nivel de señal en el mejor y peor caso para cada una de las señales distribuidas:

El nivel de salida de los amplificadores FI es 110 dBμV, obteniendo los siguientes resultados:

$$V_{\text{mejor_toma}} = 110 \text{ dB}\mu\text{V} - 46.3 \text{ dB} = 63.7 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$V_{\text{peor_toma}} = 110 \text{ dB}\mu\text{V} - 62.9 \text{ dB} = 47.1 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Destacar que las pérdidas involucradas, desde los sistemas de captación hasta las tomas de usuario, son las mismas para las señales FM-TV y QPSK-TV de ambos satélites. Los resultados se presentan resumidos en la Tabla 30, junto a los niveles de calidad establecidos en la normativa:

Señal distribuida	Nivel en el PEOR caso (dBμV)	Nivel en el MEJOR caso (dBμV)	Niveles exigidos en el Reglamento (dBμV)
Señal FM-TV y QPSK-TV Satélite Astra	47.1	63.7	47 – 77
Señal FM-TV y QPSK-TV Satélite Hispasat	47.1	63.7	47 – 77

Tabla 30. Comparativa entre los niveles de señal de satélite en toma de usuario en el mejor y peor caso, y los exigidos en el Reglamento.

Se verifica en toma de usuario los rangos de calidad marcados en el Reglamento para las señales FM-TV y QPSK-TV recibidas desde cada satélite.

2) *Respuesta amplitud frecuencia en la banda 950 – 2150 MHz (Variación máxima desde la cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y en el peor caso).*

La respuesta amplitud frecuencia en banda se define como la diferencia máxima de atenuación en la banda de 950 – 2150 MHz, introducida por la red entre la salida de los amplificadores y la toma de usuario con menor y mayor nivel de señal. Esta diferencia vendrá dada por el comportamiento (atenuación) del cable a diferentes frecuencias. Para su cálculo se considera la atenuación de señal en la mejor y peor toma en los extremos de la banda.

Mejor toma de usuario (Salón y habitación-1 de las viviendas 32 y 33)

- Atenuación de señal a 950 MHz = 46.3 dBμV
- Atenuación de señal a 2150 MHz = 49.9 dBμV
- Diferencia máxima de atenuación = 49.9 – 46.3 dBμV = **3.6 dB**

Peor toma de usuario (Habitación-3 de la vivienda 18)

- Atenuación de señal a 950 MHz = 54.6 dBμV
- Atenuación de señal a 2150 MHz = 62.9 dBμV
- Diferencia máxima de atenuación = 62.9 – 54.6 dBμV = **8.3 dB**

Al no intervenir en este cálculo los elementos de cabecera, la respuesta amplitud frecuencia es la misma tanto para las señales procedentes del satélite Astra como del Hispasat.

Mejor toma de usuario	Peor toma de usuario
3.6 dB	8.3 dB

Tabla 31. Variación máxima de la atenuación de satélite en el mejor y en el peor caso.

Se cumple con lo establecido en el Reglamento en el mejor y peor caso, al ser la variación máxima de la atenuación menor que 20 dB. Asimismo, la respuesta amplitud/frecuencia de cualquier canal será inferior a ± 4 dB en toda la banda y no superará los ± 1.5 dB en un ancho de banda de 1 MHz.

3) ***Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 – 2150 MHz. (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario).***

(Ver cálculos realizados en el apartado 6.5. “Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 – 2150 MHz” del documento adjunto ANEXO)

En este apartado se presenta la atenuación total desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 – 2150 MHz. Para el cálculo de la atenuación se requiere conocer las pérdidas introducidas por el cable y los dispositivos a diferentes frecuencias, datos aportados en las características de los elementos activos y pasivos, apartados 4.3.1.A.b y 4.3.1.A.c respectivamente, del Pliego de Condiciones. En concreto, el cable presenta una atenuación de 17 dB/100m para la frecuencia de 950 MHz, y 26 dB/100m para 2150 MHz:

Estancia Vivienda	Frec. (MHz)	SALÓN	COCINA	HAB-1	HAB-2	HAB-3
1	950	53.2	53.8	53.6	54.6	54.8
	2150	55.2	56.0	55.7	57.3	57.6
2	950	51.5	51.9	51.5	52.6	52.7
	2150	52.6	53.1	52.6	54.2	54.4
3	950	51.5	51.9	51.5	52.6	52.7
	2150	52.6	53.1	52.6	54.2	54.4
4	950	52.6	52.9	52.6	53.6	53.8
	2150	54.2	54.7	54.2	55.7	56.0
5	950	54.8	55.2	54.8	55.8	56.0
	2150	58.7	59.2	58.7	60.2	60.5
6	950	53.8	54.1	53.8	54.8	55.0
	2150	57.1	57.6	57.1	58.7	58.9
7	950	53.8	54.1	53.8	54.8	55.0
	2150	57.1	57.6	57.1	58.7	58.9
8	950	54.8	55.2	54.8	55.8	56.0
	2150	58.7	59.2	58.7	60.2	60.5
9	950	51.5	51.9	51.5	52.5	52.7
	2150	56.6	57.1	56.6	58.1	58.4
10	950	51.5	51.9	51.5	52.5	52.7
	2150	56.6	57.1	56.6	58.1	58.4
11	950	52.5	52.9	52.5	53.6	53.7
	2150	58.1	58.6	58.1	59.7	59.9
12	950	53.6	53.9	53.6	54.6	54.8
	2150	59.7	60.2	59.7	61.2	61.5

Tabla 32. Atenuación en la banda 950 – 2150 MHz desde la vivienda 1 a la 12.

Estancia Vivienda	Frec. (MHz)	SALÓN	COCINA	HAB-1	HAB-2	HAB-3
13	950	54.5	55.6	54.9	55.9	56.1
	2150	59.8	61.4	60.4	61.9	62.2
14	950	54.7	55.0	54.7	55.7	55.9
	2150	60.1	60.6	60.1	61.7	61.9
15	950	53.5	53.8	53.5	54.5	54.6
	2150	61.1	61.6	61.1	62.7	62.9
16	950	52.4	52.8	52.4	53.5	53.6
	2150	59.5	60.1	59.5	61.1	61.4
17	950	52.4	52.8	52.4	53.5	53.6
	2150	59.5	60.1	59.5	61.1	61.4
18	950	53.1	54.1	53.5	54.5	54.6
	2150	60.6	62.1	61.1	62.7	62.9
19	950	51.4	51.7	51.4	52.4	52.6
	2150	57.4	57.9	57.4	59.0	59.2
20	950	50.4	50.7	50.4	51.4	51.6
	2150	55.9	56.4	55.9	57.4	57.7
21	950	50.4	50.7	50.4	51.4	51.6
	2150	55.9	56.4	55.9	57.4	57.7
22	950	51.4	51.7	51.4	52.4	52.6
	2150	57.4	57.9	57.4	59.0	59.2
23	950	52.6	53.0	52.6	53.7	53.8
	2150	56.4	56.9	56.4	58.0	58.2
24	950	51.6	52.0	51.6	52.6	52.8
	2150	54.9	55.4	54.9	56.4	56.7
25	950	51.6	52.0	51.6	52.6	52.8
	2150	54.9	55.4	54.9	56.4	56.7
26	950	52.6	53.0	52.6	53.7	53.8
	2150	56.4	56.9	56.4	58.0	58.2
27	950	48.6	48.9	48.6	49.6	49.8
	2150	50.2	50.7	50.2	51.7	52.0
28	950	47.5	47.9	47.5	48.6	48.7
	2150	48.6	49.1	48.6	50.2	50.4
29	950	47.5	47.9	47.5	48.6	48.7
	2150	48.6	49.1	48.6	50.2	50.4

Estancia Vivienda	Frec. (MHz)	SALÓN	COCINA	HAB-1	HAB-2	HAB-3
30	950	48.6	48.9	48.6	49.6	49.8
	2150	50.2	50.7	50.2	51.7	52.0
31	950	47.3	47.7	47.3	48.3	48.5
	2150	51.2	51.7	51.2	52.7	53.0
32	950	46.3	46.6	46.3	47.3	47.5
	2150	49.6	50.1	49.6	51.2	51.4
33	950	46.3	46.6	46.3	47.3	47.5
	2150	49.6	50.1	49.6	51.2	51.4
34	950	48.2	48.7	48.5	49.5	49.7
	2150	52.5	53.3	53.0	54.6	54.8

Tabla 33. Atenuación en la banda 950 – 2150 MHz desde la vivienda 13 a la 34.

El cálculo de la atenuación deja como resultado que **la menor atenuación** se obtiene **en la toma del salón y de la habitación-1 de las viviendas 32 y 33, con un valor de 46.3 dB**. Mientras que **la mayor atenuación** se obtiene **en la toma de la habitación-3 de las viviendas 15 y 18, con un valor de 62.9 dB**.

4) Relación señal / ruido.

Se define como la relación entre el nivel de señal en toma de usuario y el nivel de ruido que llega a ésta. Es la manera de indicar la calidad de la señal una vez demodulada en toma de usuario.

Para el cálculo de los parámetros de las antenas parabólicas, se fijó un margen de seguridad de 1.5 dB por encima de los valores mínimos establecidos para la relación portadora-ruido de cada señal. Aparte se consideraron 2 dB de posibles pérdidas correspondientes a un error de orientación de la antena (1 dB) y una degeneración de la red de distribución (1 dB), es decir, las características de las antenas, se calcularon, tomando como punto de partida, una determinada relación portadora ruido en toma de usuario para cada tipo de señal recibida desde satélite, cumpliendo con las exigencias de la normativa, por tanto, si con posterioridad, se instalan los sistemas de captación y dispositivos de cabecera de acuerdo a lo previsto en el presente proyecto, se deberían conseguir en toma de usuario los siguientes valores:

SEÑAL	C/N en toma de usuario	C/N mínima fijada por el Reglamento
FM-TV Astra	18.5	15
FM-TV Hispasat	18.5	15
QPSK-TV Astra	14.5	11
QPSK-TV Hispasat	14.5	11

Tabla 34. Comparativa C/N en toma de usuario y exigida en el Reglamento en 950 - 2150 MHz.

Como se observa, la relación C/N para cada servicio cumple con lo establecido en el Reglamento ICT al ser mayor que los niveles de calidad marcados.

5) *Intermodulación.*

Es un tipo de interferencia presente siempre en cualquier dispositivo activo, no obstante, sus consecuencias son imperceptibles si no se sobrepasa el nivel máximo de salida del amplificador, en caso contrario, se provocan distorsiones y pérdida de calidad en la señal de televisión.

La intermodulación para amplificadores de banda ancha, como es el caso, se denomina intermodulación múltiple, y se define como el nivel de los productos de intermodulación de tercer orden provocados por el batido de varios canales presentes en la banda de transmisión.

El cálculo de la relación de intermodulación, para las modulaciones de FM y QPSK, no dispone de formulación contrastada. No obstante, la relación de intermodulación se mantiene por encima del valor de referencia especificado por el fabricante, siempre y cuando el nivel real de salida del amplificador no exceda el nivel máximo de salida determinado por el fabricante para tener dicha relación de referencia. Por tanto, como el fabricante de los amplificadores recomendados en el presente proyecto, indica un nivel de salida máximo de 124 dBμV para una S/I de 35 dB, y éstos se ajustarán a un valor inferior, obtenido anteriormente, en concreto 110 dBμV, se está en disposición de afirmar que la S/I será superior a 35 dB.

Señal	C/I (dB)	C/I exigida en el Reglamento (dB)
FM-TV	≥35	≥27
QPSK-TV	≥35	≥18

Tabla 35. Comparativa C/I en toma de usuario y exigida en el Reglamento en 950 - 2150 MHz.

Se cumple con lo establecido en el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril.

g) Descripción de los elementos componentes de la instalación (cuando proceda)

En este punto no hay descripción porque no se instalan los elementos correspondientes.

4.1.2.C Acceso y distribución del servicio de telefonía disponible al público

El objetivo de este capítulo es definir y dimensionar la red de telefonía a instalar, según el Anexo II del Real Decreto 401/2003, para proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público desde cualquier domicilio del conjunto de viviendas unifamiliares objeto de este proyecto técnico, considerando siempre la previsión de la demanda establecida en la normativa. Para abordar este capítulo, lo primero es describir la estructura de la red de telefonía, posteriormente dimensionarla de acuerdo a la demanda a largo plazo marcada por la normativa, y finalizar con la distribución de pares a cada vivienda. Es importante resaltar que los resultados obtenidos en el capítulo anterior de captación, adaptación y distribución de señales de RTV y las especificaciones de la edificación en materia de telecomunicaciones influyen directamente en el diseño de la red de telefonía, hasta el punto de estar definidos el número de registros secundarios, y las viviendas a las que ofrece servicio cada uno de ellos.

a) Establecimiento de la topología e infraestructura de la red

La red de telefonía es el conjunto de cables y equipos que prolongan las señales de telefonía básica desde las redes de alimentación de los distintos operadores hasta las bases de acceso de terminal situadas en el interior de las viviendas, su estructura se define a partir de las Figuras 7 y 8 , la primera aparece acompañada de la infraestructura de obra civil que soporta la red de telefonía, sin embargo, la segunda es algo más intuitiva, pues aparece la red tal y como se instalaría en un conjunto de viviendas unifamiliares.

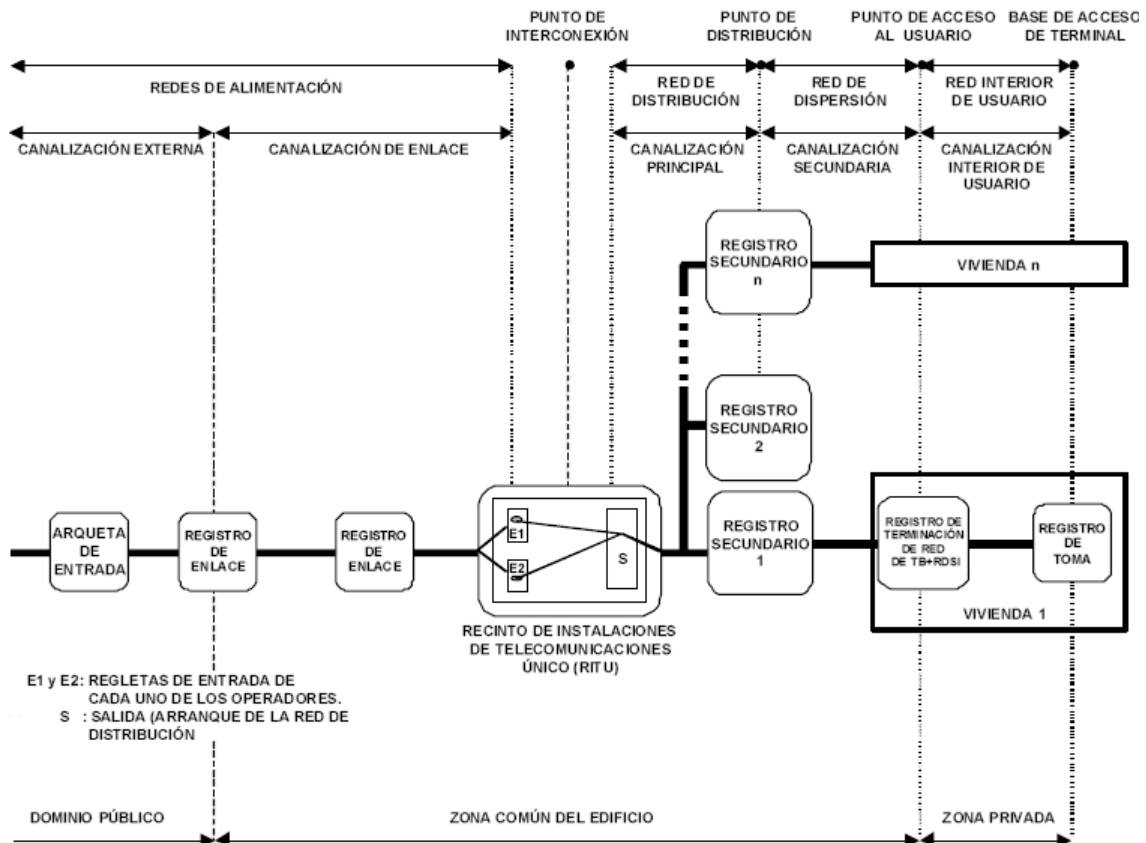


Figura 7. Esquema general de una ICT para viviendas unifamiliares.

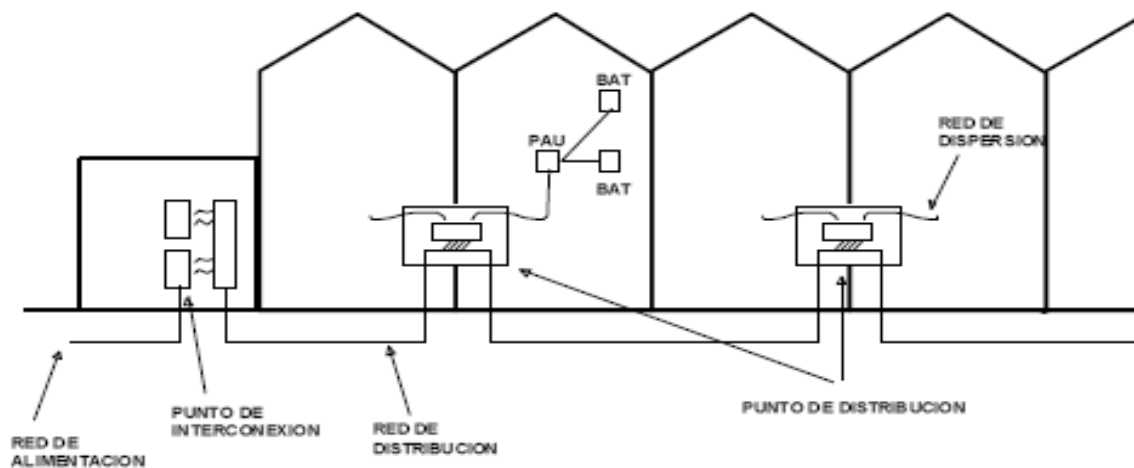


Figura 8. Esquema general de red para viviendas unifamiliares.

- **Red de Alimentación**

Comunica el exterior de la urbanización con el registro principal de TB + RDSI situado en el RITU, se accede desde la arqueta principal, pasando por el registro de enlace hasta llegar al RITU, a través de las canalizaciones externa y de enlace. Es responsabilidad de los operadores del servicio el diseño y

dimensionado de esta red, y serán los encargados de llevar los cables desde el exterior hasta el punto de interconexión, ubicado en el interior del registro principal de TB, para dar servicio a los usuarios que lo hayan solicitado.

- **Red de Distribución**

Une el punto de interconexión ubicado en el registro principal de TB con los puntos de distribución situados en los registros secundarios a través de la canalización principal, a lo largo de esta red se distribuyen todos los pares necesarios para ofrecer servicio a todos los usuarios de la urbanización, asumiendo un posible exceso de demanda, en definitiva, son la prolongación de los pares de la red de alimentación correspondientes a cada usuario. En este caso, la responsabilidad del diseño y dimensionamiento recae en la propiedad del inmueble.

El cableado de la red de distribución se tira de una sola vez desde el punto de interconexión, pasando por los puntos de distribución ubicados en el interior de los registros secundarios, segregándose los pares que correspondan a cada vivienda para dar servicio de telefonía básica.

- **Red de Dispersión**

Esta red une los puntos de distribución ubicados en los registros secundarios con los puntos de acceso al usuario situados en los registros de terminación de red de TB + RDSI a través de la canalización secundaria, por lo que a lo largo de esta red discurren tan sólo los cables de acometida interior. Al igual que la red anterior, es responsabilidad de la propiedad del inmueble el diseño y dimensionado de la misma.

- **Red Interior de Usuario**

Se distribuye en estrella a lo largo de la vivienda, prolongando los cables desde el punto de acceso al usuario hasta cada una de las bases de acceso de terminal, ubicadas en los registros de toma, a través de la canalización interior de usuario. Nuevamente, es responsabilidad de la propiedad del inmueble el diseño y dimensionado de esta red.

- **Elementos de Conexión**

- **Punto de interconexión**

Punto de unión entre la red de alimentación y la de distribución, se ubica en el registro principal de TB + RDSI, y se compone de las regletas de conexión de entrada y salida. No obstante, las regletas de entrada no se instalan, sino que se reserva espacio suficiente en el registro principal de TB para que cada operador del servicio instale su propia regleta de entrada, conectando a ésta los pares de su propia red de alimentación. Sin embargo, sí es responsabilidad de la propiedad del inmueble, la

instalación de las regletas de salida, a la que se conectan todos los pares de la red de distribución.

La unión entre ambas regletas se lleva a cabo mediante hilos puente, de esta forma, el operador correspondiente puede dar servicio a un nuevo usuario simplemente puenteando los pares de la regleta de entrada con los de la regleta de salida que correspondan al usuario en cuestión. Para facilitar esta labor de montaje, se coloca, al lado de la regleta de salida, un cuadro con la asignación de pares para cada vivienda y reserva.

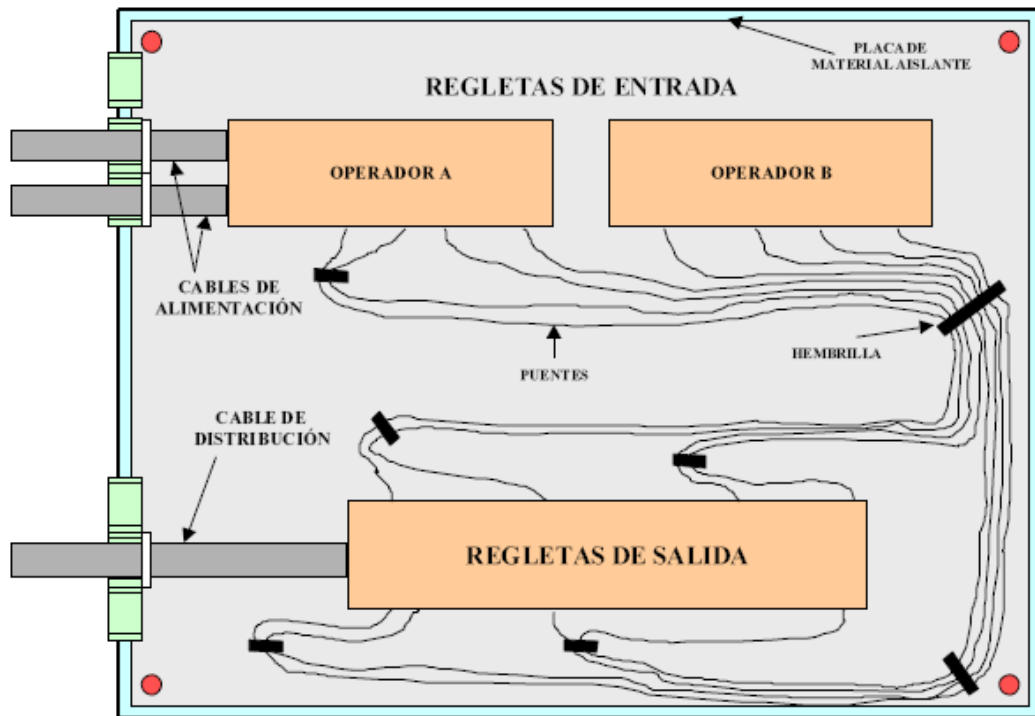


Figura 9. Punto de interconexión.

▪ Punto de distribución

Punto de unión entre la red de distribución y la de dispersión, existiendo un punto de distribución por registro secundario, se compone de regletas de conexión, a las que se conectan por un lado los pares segregados de la red de distribución y por otro los cables de acometida interior de la red de dispersión.

Al igual que en el punto de interconexión, se coloca al lado de las regletas de conexión un cuadro informativo con la distribución de pares en el punto de distribución, especificando la vivienda a la que pertenece cada par segregado.

Cabe destacar que las exigencias de calidad de señal requeridas para el servicio de radiodifusión sonora y televisión y las especificaciones de las edificaciones en materia de telecomunicaciones determinan ya el número

de puntos de distribución, o de registros secundarios, así como las viviendas que enlazan con cada uno de ellos, la ubicación de cada registro secundario se muestra en el plano 4.2.2.A., pero en resumen, se instalan en todo el complejo residencial 9 registros secundarios, conectando todos con las 4 viviendas más cercanas, salvo uno que enlaza sólo con 2 viviendas.

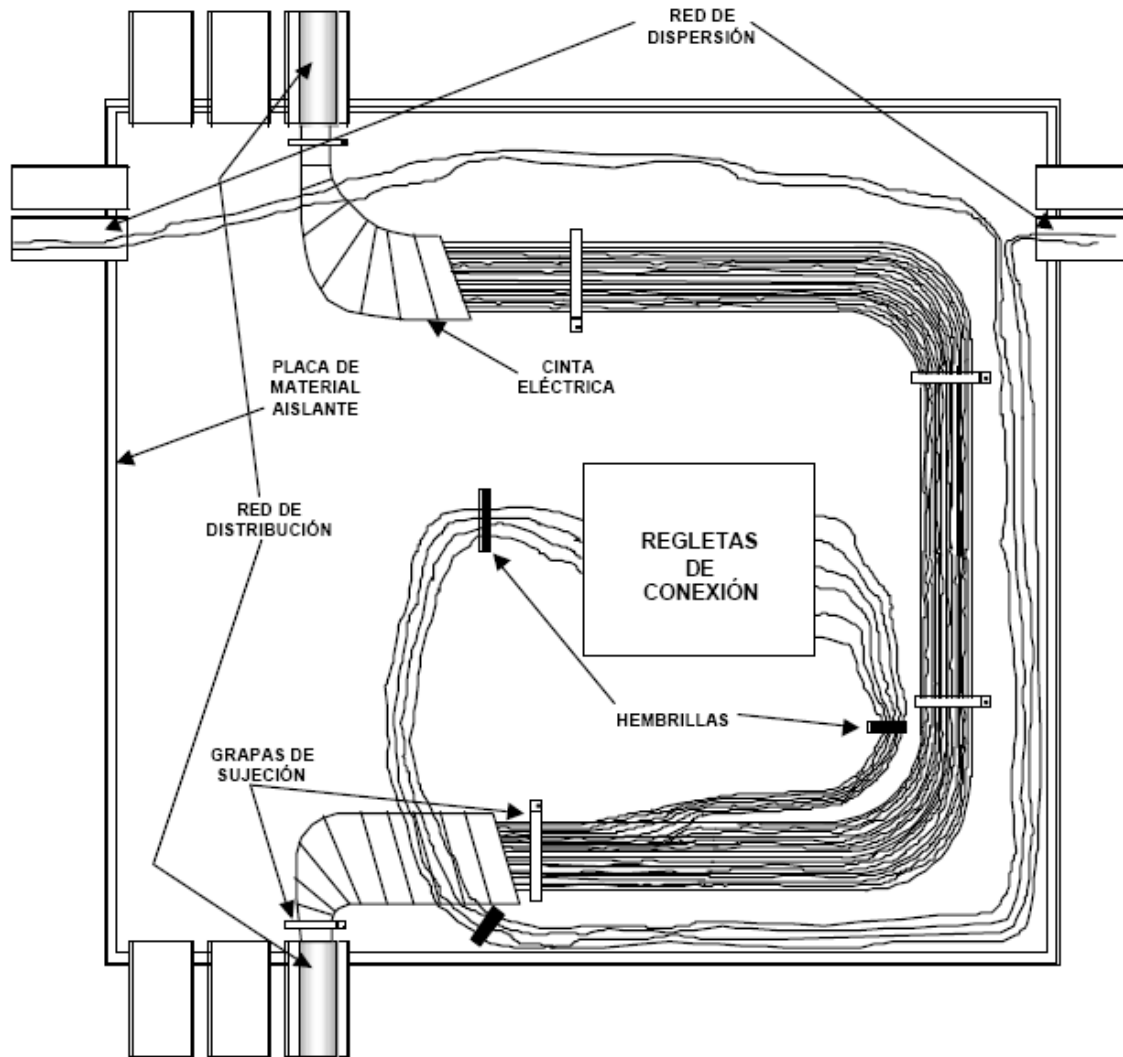


Figura 10. Punto de distribución.

▪ Punto de acceso al usuario (PAU)

Punto de unión entre la red de dispersión y la red interior de usuario, se sitúa en el interior del domicilio, en el registro de terminación de red de Tb + RDSI, permitiendo la delimitación de responsabilidades en cuanto a la generación, localización y reparación de averías entre la propiedad del inmueble y el usuario del domicilio. Se compone de un PAU comercial, al que se conectan por un lado los pares individuales provenientes de la red de dispersión y por otro, los cables correspondientes a la red interior de usuario.

- **Bases de acceso terminal (BAT)**

Puntos de unión entre la red interior de usuario y los dispositivos telefónicos. Las bases de acceso terminal instaladas estarán dotadas de conector hembra tipo Bell de 6 vías, cumpliendo los requisitos especificados en el Real Decreto 1376/89 de 27 de Octubre.

b) Cálculo y dimensionamiento de la red y tipos de cables

El objeto de este apartado es dimensionar la red interior de telefonía de la urbanización, que comprende todas las partes de la red salvo la red de alimentación, cuyo diseño y dimensionado lo tiene que realizar el correspondiente operador del servicio de telefonía. Para el diseño de la red interior hay que tener en cuenta la previsión de la demanda a largo plazo, fijada por el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril en 2 líneas por vivienda.

- **Dimensionamiento de la Red de Distribución**

Como se ha dicho, la normativa técnica establece 2 líneas por vivienda como previsión de la demanda, considerando que esto cubre las necesidades telefónicas de los usuarios, por consiguiente, la red de distribución debe prolongar 2 líneas para cada vivienda desde el punto de interconexión situado en el registro principal de TB + RDSI en el interior del RITU, en el caso del conjunto de viviendas unifamiliares objeto de este proyecto, al constar de 34 viviendas, como mínimo, la red de distribución debe soportar 68 líneas. No obstante, no se puede dejar pasar por alto un posible exceso de demanda de líneas o averías, por lo que se multiplica, según el reglamento, por 1,4 la cifra de demanda prevista para asegurar una ocupación máxima de la red del 70%, obteniéndose **96 líneas necesarias a distribuir**, de las cuales sólo 68 llegarán hasta los puntos de acceso al usuario, el resto se reservarán para cuando sea necesario.

Para la tirada de pares a lo largo de la red de distribución se emplean cables normalizados de un determinado número de pares, así pues, para la distribución de los 96 pares obtenidos, se utiliza el cable o conjunto de cables normalizados, de capacidad igual o superior a dicho valor, según la Tabla 35, sabiendo que el cable máximo será de 100 pares, y que debe usarse el menor número de ellos.

Nº pares (N)	Nº cables	Tipo de cable
$25 < N \leq 50$	1	50 pares {1 (50 p.)}
$50 < N \leq 75$	1	75 pares {1 (75 p.)}
$75 < N \leq 100$	1	100 pares {1 (100 p.)}
$100 < N \leq 125$	2	1 (100 p.) + 1 (25 p.) o 1 (75 p.) + 1 (50 p.)
$125 < N \leq 150$	2	1 (100 p.) + 1 (50 p.) o 2 (75 p.)
$150 < N \leq 175$	2	1 (100 p.) + 1 (75 p.)
$175 < N \leq 200$	2	2 (100 p.)
$200 < N \leq 225$	3	2 (100 p.) + 1 (25 p.) o 3 (75 p.)
$225 < N \leq 250$	3	2 (100 p.) + 1 (50 p.) o 1 (100 p.) + 2 (75 p.)
$250 < N \leq 275$	3	2 (100 p.) + 1 (75 p.)
$275 < N \leq 300$	3	3 (100 p.)

Tabla 35. Distribución de pares en cables normalizados.

Viendo el contenido de la Tabla 35, para un número de pares a distribuir entre 75 y 100, se necesita un cable normalizado de 100 pares. Sin embargo, la normativa limita la capacidad máxima de los cables de distribución a 25 pares para el caso concreto de un conjunto de viviendas unifamiliares con canalización principal subterránea, como es el caso de este proyecto, por tanto, esto lleva a emplear 4 cables normalizados de 25 pares cada uno para dar servicio a las 96 líneas obtenidas teóricamente, así pues, la red de distribución alberga 100 pares, conectados todos ellos por un extremo a las regletas de salida del punto de interconexión, y por el otro, segregados y conectados a las regletas de los puntos de distribución de los registros secundarios correspondientes, según la distribución indicada posteriormente. De los 100 pares distribuidos, 68 llegarán hasta los puntos de acceso al usuario para cumplir con la previsión de demanda, el resto, se reservan en los puntos de distribución para cuando sea necesario usarlos. Las características del cable normalizado se especifican en el apartado 4.3.1.B.a. del Pliego de Condiciones.

En definitiva, la red de distribución se dimensiona para soportar 100 líneas, mediante 4 cables normalizados de 25 pares cada uno.

- Dimensionamiento de la Red de Dispersión

Los pares segregados en cada punto de distribución, corresponden a las líneas de previsión de la demanda de las viviendas a las que da servicio dicho punto de distribución, más los destinados a reserva. Por tanto, hay que prolongar a cada punto de acceso al usuario, es decir, a cada vivienda, las dos líneas telefónicas que le corresponden para cumplir con la demanda a largo plazo, esta función es desempeñada por la red de dispersión, conectando **un cable de dos pares desde la regleta del punto de distribución del registro secundario hasta la regleta (PAU comercial) instalada en el punto de acceso al usuario del registro de terminación de red de TB**. Así pues, el PAU comercial situado en el interior de las viviendas será de dos líneas, siendo necesario sólo uno por registro de terminación de red de TB, sus características y las del cable de dos pares se

especifican, respectivamente, en el apartado 4.3.1.B.c. y 4.3.1.B.a. del Pliego de Condiciones.

- *Dimensionamiento de la Red Interior de Usuario*

Una vez conectadas las dos líneas correspondientes a cada vivienda en el PAU comercial del punto de acceso al usuario, sólo falta conectar éste con las bases de acceso de terminal (BAT) a través de la red interior de usuario, para lo que **se usa** un cable de un par de hilos, pero ¿cuántos BAT hay que conectar?. En el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril se dice que el número mínimo de BAT será de una por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos, en la urbanización de este proyecto, las viviendas se componen de cinco estancias, dimensionando la red interior de usuario para dar servicio de telefonía a todas ellas, por lo **el PAU se conecta con cinco BAT mediante cinco cables de un par**. Las características del BAT y del cable de un par se especifican, respectivamente, en el apartado 4.3.1.B.d. y 4.3.1.B.a. del Pliego de Condiciones.

c) **Estructura de distribución y conexión de pares**

Como se ha dicho, la red de distribución se compone de 100 líneas, 68 de ellas, 2 líneas por cada una de las 34 viviendas, para cumplir con la previsión de demanda establecida en la normativa, y el resto, un total de 32, de alguna manera deben ser distribuidas para reserva entre todos los puntos de distribución de la urbanización. A priori, las líneas de todas las viviendas tienen la misma probabilidad de sufrir alguna avería al igual que todos los usuarios necesitan una línea de más, por lo que la mejor opción es distribuir las líneas restantes equitativamente.

El número de viviendas es 34, y el de líneas sobrantes 32, entonces, la estrategia a seguir para disminuir la posibilidad de no soportar un exceso de demanda, es segregar un par telefónico más por vivienda en cada punto de distribución, salvo en dos de ellos, que serán los dos primeros, por ser más sencilla la solución, al tener simplemente que trasladar parte de las líneas de reserva de los siguientes puntos de interconexión a los primeros si en un futuro fuera necesario, por tanto, en cada uno de los nueve puntos de distribución instalados en la urbanización se segregarán 4 líneas más para reserva, salvo en los dos primeros que serán de 3 líneas (ver esquema 4.2.3.C de la instalación de Telefonía).

Ya se sabe cuántos pares pertenecen a cada punto de distribución, pero ahora hay que definir una estructura de distribución tanto para el punto de interconexión como para los de distribución, que identifique unívocamente un par telefónico con la vivienda o reserva a la que pertenece, y así evitar confusiones y facilitar la labor de conexión del instalador. Los cables normalizados siguen un estricto código de colores que determina el número del par, de manera que la asignación de pares se hace consecutivamente, permitiendo conocer en todo momento a qué vivienda pertenece un par telefónico segregado en un punto de distribución. Por normativa, el tamaño de las regletas del punto de interconexión debe ser de 10 pares, como la red de distribución

consta de 100 pares y todos se conectan al punto de interconexión, se necesitan 10 regletas de conexión de salida, teniendo una distribución de pares telefónicos en el punto de interconexión de la siguiente manera:

VIVIENDA	PARES	REGLETA
1	1-2	1
2	3-4	1
3	5-6	1
4	7-8	1
Reserva vivienda 1 al 4	9-11	1-2
5	12-13	2
6	14-15	2
7	16-17	2
8	18-19	2
Reserva vivienda 5 al 8	20-22	2-3
9	23-24	3
10	25-26	3
11	27-28	3
12	29-30	3
Reserva vivienda 9 al 12	31-34	4
13	35-36	4
14	37-38	4
Reserva vivienda 13 al 14	39-40	4
15	41-42	5
16	43-44	5
17	45-46	5
18	47-48	5
Reserva vivienda 15 al 18	49-52	5-6
19	53-54	6
20	55-56	6
21	57-58	6
22	59-60	6
Reserva vivienda 19 al 22	61-64	7
23	65-66	7
24	67-68	7
25	69-70	7
26	71-72	8
Reserva vivienda 23 al 26	73-76	8
27	77-78	8
28	79-80	8
29	81-82	9
30	83-84	9

Tabla 36. Distribución pares telefónicos en el punto de interconexión

VIVIENDA	PARES	REGLETA
Reserva vivienda 27 al 30	85-88	9
31	89-90	9
32	91-92	10
33	93-94	10
34	95-96	10
Reserva vivienda 31 al 34	97-100	10

Tabla 37. Continuación pares telefónicos en el punto de interconexión.

En el registro principal de TB situado en el RITU se colocará un documento similar a la Tabla 37 para conocer la distribución y conexión de pares y facilitar así trabajos posteriores, tales como la conexión con los operadores de telefonía o arreglos de averías.

De la misma manera, en los registros secundarios también se colocará un informe con la distribución de pares en el punto de distribución, en el que se especifique la vivienda a la que pertenece cada par segregado. Por ejemplo, para el primer y segundo registro secundario sería, haciéndose lo mismo en el resto de registros:

Primer Registro Secundario

VIVIENDA	PARES	REGLETA
1	1-2	1
2	3-4	2
3	5-6	1
4	7-8	2
Reserva vivienda 1 al 4	9-11	3

Tabla 38. Distribución pares en el primer registro secundario.

Segundo Registro Secundario

VIVIENDA	PARES	REGLETA
5	12-13	1
6	14-15	2
7	16-17	1
8	18-19	2
Reserva vivienda 5 al 8	20-22	3

Tabla 39. Distribución pares en el segundo registro secundario

d) Número de tomas

En el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril se establece que el número mínimo de BAT será de una por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos. En este proyecto, se ofrece servicio de telefonía a todas y cada una de las estancias de las viviendas, satisfaciendo así las exigencias de la normativa. Como ya es sabido, el complejo urbano está formado por 34 viviendas, disponiendo de 5 estancias cada una, así pues, el número de tomas de usuario será de 5 por vivienda, resultando **un total de 170 tomas a instalar**, dotadas de conector hembra tipo Bell de 6 vías, cumpliendo los requisitos especificados en el Real Decreto 1376/89 de 27 de Octubre, la ubicación de cada una de las tomas se puede observar en el plano 4.2.2.B.

e) Dimensionamiento de:

1) Punto de Interconexión

En la normativa se especifica que en el punto de interconexión la capacidad de cada regleta será de 10 pares, en nuestro caso, el número de pares a conectar en este punto son 100, lo que asegura una ocupación máxima de la red del 70%, por consiguiente, se necesita colocar **10 regletas de salida de 10 pares cada una** en el punto de interconexión, situado en el interior del registro principal de TB. En el siguiente esquema se muestra las 10 regletas de salida, a la que se conectan los 100 pares de la red de distribución, repartidos en 4 cables normalizados de 25 pares cada uno, y la reserva de espacio para la instalación de las regletas de entrada de los diferentes operadores del servicio de telefonía.

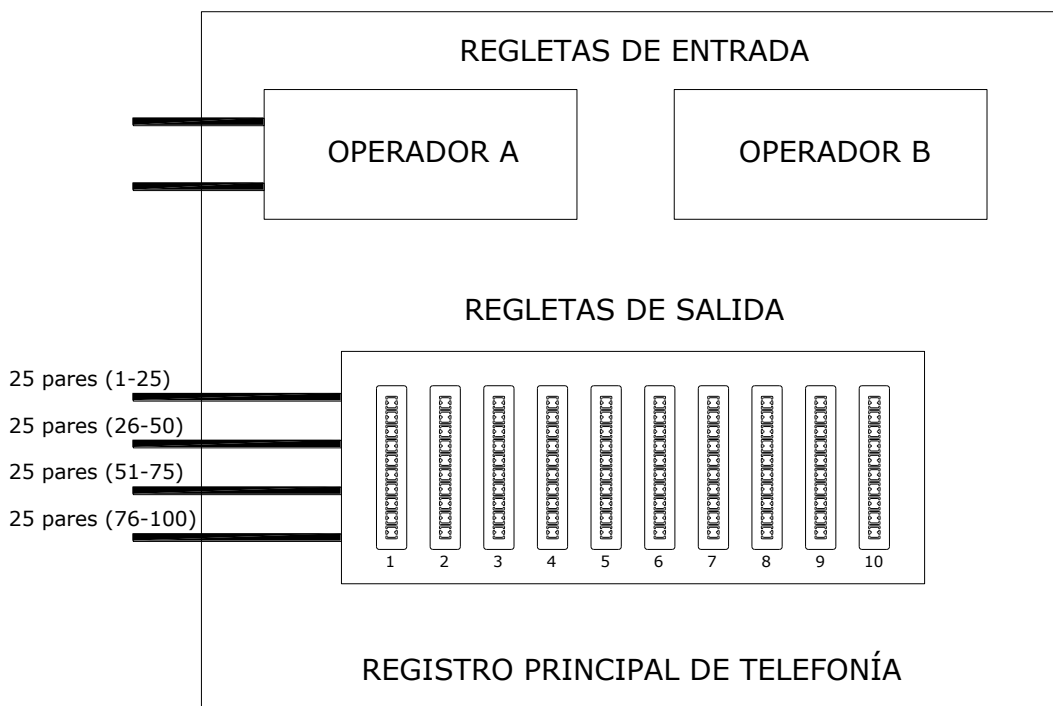


Figura 11. Punto de interconexión obtenido.

Las características de las regletas se especifican en el apartado 4.3.1.B.b. del Pliego de Condiciones.

2) *Puntos de Distribución de cada planta*

En este punto, el objetivo es conocer el número de regletas de conexión necesarias en cada punto de distribución para conectar los pares segregados en ellos. Según el reglamento de ICT, en el punto de distribución la capacidad de cada regleta será de 5 ó 10 pares, y se determina el número de regletas de conexión de la siguiente manera:

$$n^{\circ} \text{ regletas} = \left\lceil \frac{n^{\circ} \text{ total_pares_de_distribución}}{n^{\circ} \text{ plantas} \cdot \text{pares_regleta}} \right\rceil$$

El número de plantas es equivalente al número de registros secundarios instalados en la urbanización, puesto que en cada planta de un edificio se sitúa un registro secundario que da servicio a las viviendas de dicha planta, en definitiva, se puede asemejar la estructura de un edificio con la del conjunto de viviendas unifamiliares, salvando la diferencia de que una es una estructura vertical y la otra horizontal, entonces, el número de plantas en este caso es 9. A priori, no se sabe qué regletas elegir, si las de 5 pares o las de 10, para salir de dudas, se hace el cálculo con ambos tipos.

Utilizando regletas de conexión de 5 pares.

$$n^{\circ} \text{ regletas} = \left\lceil \frac{100}{9 \cdot 5} \right\rceil = \lceil 2.22 \rceil = 3$$

Utilizando regletas de conexión de 10 pares.

$$n^{\circ} \text{ regletas} = \left\lceil \frac{100}{9 \cdot 10} \right\rceil = \lceil 1.11 \rceil = 2$$

Como ya se ha explicado, como máximo se conectan a un punto de distribución 12 pares, si se usan 3 regletas de 5 pares cada una, se dejan 3 conexiones sin usar, mientras que en el caso de las 2 regletas de 10 pares, el número de conexiones sin utilizar asciende a 8, parece lógico pues, instalar regletas de 5 pares para reducir el gasto de recursos, además de dar más posibilidades a la hora de colocarlas físicamente en el registro secundario, por ser de tamaño inferior. Por tanto, **se colocan 3 regletas de 5 pares cada una en cada punto de distribución**, situados en el interior de los registros secundarios. Las características de las regletas se especifican en el apartado 4.3B.b. del Pliego de Condiciones.

f) Resumen de los materiales necesarios para la red de telefonía

1) Cables

- Para la red de distribución:

Se necesitan 4 cables normalizados o mangueras de 25 pares cada uno de 170 m de longitud, tirados de una sola vez, siguiendo el recorrido indicado en el esquema de TB (esquema 4.2.3.C.).

- Para la red de dispersión:

243 m de cable de 2 pares.

- Para la red interior de usuario:

1.334 m de cable de 1 par.

2) Regletas del Punto de Interconexión

10 regletas de 10 pares cada una.

3) Regletas del Punto de Distribución

27 regletas de 5 pares cada una, 3 por cada uno de los 9 registros secundarios.

4) Puntos de Acceso al Usuario (PAU)

34 PAUs de 2 líneas, uno por vivienda.

5) Bases de Acceso de Terminal (BAT)

170 BATs equipadas de conector hembra tipo Bell de 6 vías, una por estancia de la vivienda.

4.1.2.D Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de banda ancha

El objeto de este capítulo es describir la red, según el Anexo III del Real Decreto 401/2003, destinada a permitir el acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha ofrecidos por operadores de redes de telecomunicaciones por cable (TLCA), operadores del servicio de acceso fijo inalámbrico (SAFI) y otros titulares de licencias individuales que habiliten para el establecimiento y explotación de redes públicas de telecomunicaciones. Pero no diseñarla, dimensionarla ni instalarla, debido a que es competencia de los operadores del servicio el despliegue y mantenimiento de la misma. Sin embargo, sí que se realiza la infraestructura de obra civil que soportará en un futuro a dicha red, definiéndola adecuadamente en el siguiente capítulo de canalización e infraestructura de distribución.

a) Topología de la red.

La red de telecomunicaciones de banda ancha es el conjunto de cables y equipos que prolongan las señales desde las redes de alimentación (centrales) de los distintos operadores hasta las tomas de usuario situadas en el interior de las viviendas, se estructura de la siguiente manera:

- **Red de alimentación**

Es la red de acceso de los diferentes operadores de telecomunicaciones de banda ancha al interior de la urbanización, pudiendo prolongar su servicio hasta el registro principal, donde se sitúa el punto de interconexión. Dicho acceso puede hacerse mediante cables o medios radioeléctricos, según elección del operador del servicio. Si es por medio de cables, se introducirán éstos a través de la arqueta principal y de la canalización externa y de enlace. Sin embargo, si es acceso inalámbrico, se colocarán sistemas de captación en la azotea del recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU) para recibir las señales del servicio, a continuación se introducirán en el interior del RITU a través del elemento pasamuros hasta llegar a los equipos de recepción y adaptación, que adecuan la señal para su distribución en el punto de interconexión.

En relación a la infraestructura que soportará esta red, decir que se instalan, la arqueta de entrada, las canalizaciones externa y de enlace, y se reserva espacio suficiente en el RITU para que los diferentes operadores del servicio puedan colocar sus registros principales de TLCA y SAFI. Así pues, la infraestructura queda montada a falta de que los operadores del servicio diseñen, dimensionen e instalen el equipamiento y los cables oportunos.

- **Red de distribución**

Conjunto de cables y equipos que une el punto de interconexión situado en el registro principal de TLCA y SAFI en el interior del RITU, con las tomas de usuario, este enlace se realizará en dos fases, la primera será llevar un cable

desde el repartidor de cada operador para cada vivienda que desee acceder al servicio ofrecido por dicho operador, hasta el punto de terminación de red de cada vivienda, a través de las canalizaciones principal y secundaria y los registros secundarios, y la segunda será utilizar un distribuidor colocado en el punto de terminación de red para prolongar este cable hasta cada una de las tomas de usuario, a través de la canalización interior de usuario y los registros de terminación de red y de toma, por tanto, en ambas fases, la distribución de cables mantendrá topología en estrella.

En cuanto a la infraestructura que soportará esta red, decir que se instalan las canalizaciones (principal, secundaria e interior de usuario) y registros (secundarios, de terminación de red de servicios de banda ancha y de toma) necesarios, cumpliendo las especificaciones técnicas exigidas en el reglamento. Así pues, la infraestructura queda montada a falta de que los operadores del servicio diseñen, dimensionen e instalen el equipamiento y los cables oportunos.

- **Elementos de conexión**

- **Punto de distribución final (interconexión)**

Punto de unión entre las redes de alimentación de los diferentes operadores del servicio y la de distribución de la ICT de la urbanización, se encontrará en los repartidores colocados en los distintos registros principales de TLCA y SAFI, independientes para cada operador del servicio, y situados en RITU, y partirá un cable por operador a cada vivienda que solicite el acceso al servicio ofrecido por los operadores, estableciéndose por tanto, una distribución en estrella.

Respecto a la infraestructura, decir que se reserva espacio suficiente en el RITU para que los diferentes operadores del servicio puedan colocar sus registros principales de TLCA y SAFI, e instalar en el interior los elementos necesarios para una adecuada distribución de la señal, como pueden ser, amplificadores, derivadores, distribuidores, etc, pero que en ningún momento se instala, pues es responsabilidad del correspondiente operador de telecomunicación.

- **Punto de terminación de red (punto de acceso al usuario)**

A partir de este punto, la red de distribución entra en el interior de la vivienda, se situará en los registros de terminación de red, conectándose por un lado el cable proveniente del punto de interconexión, y por otro, los cables que unen las tomas de usuario, formando una distribución en estrella.

b) Número de tomas.

A lo largo del capítulo se ha ido comentado los elementos de la infraestructura de obra civil a instalar, salvo el número de registros de toma que albergarán las tomas de usuario. Según el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, el número mínimo de tomas de usuario por vivienda será de una por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos. Al igual que en los servicios de RTV y telefonía básica, se instala un registro de toma de usuario en todas y cada una de las estancias de las viviendas, satisfaciendo así las exigencias de la normativa, por consiguiente, al estar formada la urbanización por 34 viviendas, y disponer de 5 estancias cada una, el número de registros de toma asciende a **un total de 170**, observándose en el plano 4.2.2.B. la ubicación exacta de los mismos.

Las tomas de usuario se instalarán, en un futuro, por los operadores del servicio de telecomunicaciones de banda ancha en el interior de los 170 registros de toma que se dejan preparados en la infraestructura de la urbanización.

4.1.2.E Canalización e infraestructura de distribución

El objetivo de este apartado es conocer y diseñar, según el Anexo IV del Real Decreto 401/2003, los elementos (canalizaciones, recintos y elementos complementarios) de que se compone la infraestructura de obra civil de nuestra urbanización, permitiendo desplegar las redes de telecomunicación y proporcionar acceso de los usuarios a los servicios de telecomunicaciones. Previamente se explica el esquema general de una ICT para agrupaciones de viviendas unifamiliares, una vez familiarizados con los términos, se diseña y dimensiona la infraestructura de distribución cumpliendo los requisitos mínimos exigidos en el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril.

a) Consideraciones sobre el esquema general del edificio.

La topología de una ICT para agrupaciones de viviendas unifamiliares se explica partiendo de la Figura 11 que se muestra a continuación:

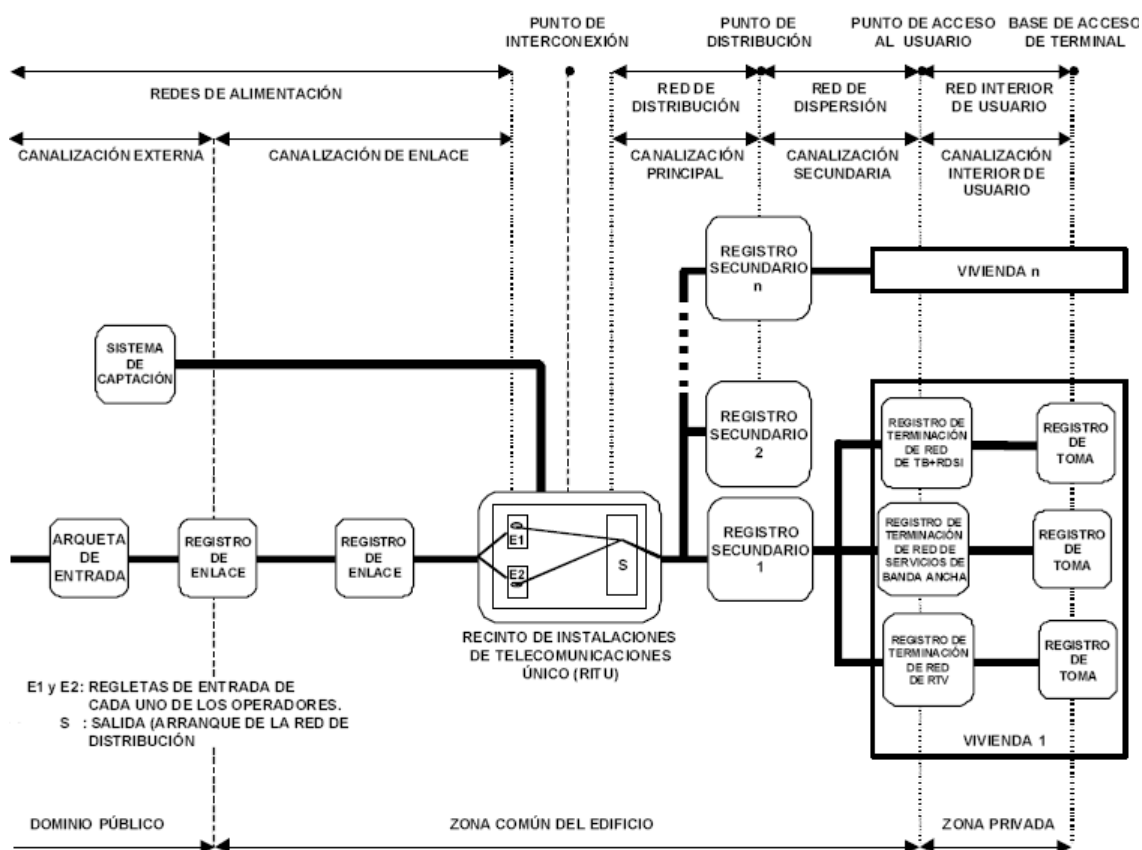


Figura 11. Esquema general de una ICT para viviendas unifamiliares

Si se habla de redes de telecomunicación para el acceso a los servicios, el esquema de ICT se divide en cuatro, cada una tiene una función específica y engloba unos

determinados elementos, además de definirse unos puntos de referencia, puntos que son unión entre redes.

- *Red de Alimentación*
Su función es introducir la red de alimentación de los diferentes operadores desde el exterior hasta los registros principales situados en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU), en donde se produce la interconexión con la red de distribución de la ICT. Por la parte inferior de la urbanización se llega desde el exterior hasta los registros principales a través de la arqueta de entrada, pasando por la canalización externa y de enlace. Por la parte superior, a través del pasamuro y de la canalización de enlace.
- *Red de Distribución*
El cometido de esta red es distribuir las señales de los diferentes servicios de telecomunicación desde el punto de interconexión, situado en los registros principales, hasta el punto de distribución, situado en cada uno de los registros secundarios, a través de la canalización principal.
- *Red de Dispersión*
La función de esta red es unir el punto de distribución con el punto de acceso al usuario (PAU), situado en los registros de terminación de red, a través de la canalización secundaria, llegando así las señales de los diferentes servicios de telecomunicación a la vivienda.
- *Red Interior de Usuario*
Distribuye las señales de los diferentes servicios de telecomunicación en el interior de la vivienda desde el punto de acceso al usuario hasta las bases de acceso de terminal, situadas en los registros de toma a través de la canalización interior de usuario.

Los puntos de referencia definidos en el esquema de ICT, y nombrados anteriormente en la definición de las redes son:

- *Punto de interconexión o de terminación de red*
Es el lugar de unión entre las redes de alimentación de los diferentes operadores y la red de distribución, y se sitúa en los registros principales dentro del recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU).
- *Punto de distribución*
Es el lugar de unión entre las redes de distribución y de dispersión, y se sitúa en los registros secundarios.
- *Punto de acceso al usuario (PAU)*
Es el lugar de unión entre las redes de dispersión e interior de usuario, y se sitúa en los registros de terminación de red.
- *Base de acceso de terminal*

Es el punto final de la red interior de usuario y donde se conectan los terminales para acceder a los servicios de telecomunicaciones soportados en la ICT. Se sitúa en los registros de toma.

Ya se han explicado las redes y los puntos de referencia en los que se divide el esquema de una ICT, ahora, en los siguientes apartados se definen y dimensionan cada uno de los elementos de la infraestructura de canalizaciones que soportan dichas redes.

b) Arqueta de Entrada y Canalización Externa.

Arqueta de entrada

Es el punto de unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los diferentes operadores y la infraestructura común de telecomunicación de la urbanización. Se encuentra en el exterior de la urbanización, y desde ella parte la canalización externa que llega hasta el punto de entrada general de la urbanización. Es responsabilidad de la propiedad del inmueble la construcción de la misma y del operador enlazar su red de servicio con la arqueta de entrada. Se colocará en la zona indicada en el plano 4.2.2.A.

Las dimensiones mínimas de la arqueta de entrada van en función del número de puntos de acceso a usuario de la urbanización. El Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, define unas dimensiones mínimas según este número de puntos de acceso, esto se recoge en la Tabla 40:

Número de puntos de acceso al usuario del inmueble	Dimensiones en mm (longitud x anchura x profundidad)
Hasta 20	400 x 400 x 600
De 21 a 100	600 x 600 x 800
Más de 100	800 x 700 x 820

Tabla 40. Dimensiones arqueta según PAUs.

En nuestro caso, el número de puntos de acceso al usuario es 34, por lo que **la arqueta de entrada tendrá unas dimensiones interiores mínimas de 600 x 600 x 800 mm** (longitud x anchura x profundidad). Sus características se especifican en el apartado 4.3.1 C.a. del Pliego de Condiciones.

Canalización externa

Es la que soporta los cables de la red de alimentación de los servicios de telecomunicación desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general, este punto es el lugar por donde se accede a la zona común de la urbanización. Es responsabilidad de la propiedad del inmueble la construcción de la misma.

El Reglamento de ICT especifica que la canalización externa debe estar formada por conductos de 63 mm de diámetro, y que el número de conductos depende del número de

puntos de acceso al usuario, esto se muestra en la Tabla 41 junto con la utilización de cada conducto:

Nº de puntos de acceso al usuario del inmueble	Nº de conductos	Utilización de los conductos
Hasta 4	3	1 TB+RDSI, 1 TLCA, 1 reserva
De 5 a 20	4	1 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva
De 21 a 40	5	2 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva
Más de 40	6	3 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva

Tabla 41. Dimensionamiento de la canalización externa según PAUs.

En nuestro caso, el número de puntos de acceso al usuario es 34, por lo que **la canalización externa estará formada por 5 conductos de 63 mm de diámetro, usándose 2 para TB+RDSI, 1 para TLCA y 2 de reserva**, sus características se especifican en el apartado 4.3.1 C.b. del Pliego de Condiciones y se instalará en la zona indicada en el plano 4.2.2.A.

c) Registros de Enlace.

Cuando es necesario, el registro de enlace hace la función de unión entre la canalización externa y la de enlace, situándose en el punto de entrada general por el lado interior del inmueble. En nuestro caso, la canalización de enlace inferior es subterránea, es prolongación de la canalización externa, por lo que no es necesario el registro de enlace inferior asociado al punto de entrada general.

Cuando la canalización está formada por tubos, como es nuestro caso, se colocan registros de enlace en determinados casos:

- Cada 50 m de longitud en canalización por superficie o subterránea. Nuestra canalización de enlace superior (superficial) e inferior (subterránea) no alcanzan esta longitud, por lo que no es necesario registro de enlace en este caso.
- En el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados. Ambas canalizaciones son tramos rectos, por lo que no es necesario registro de enlace en este caso.

No es necesaria la colocación de ningún registro de enlace en la infraestructura de la urbanización.

d) Canalizaciones de enlace inferior y superior.

Canalización de enlace inferior

Es la que sustenta los cables de la red de alimentación de los servicios de telecomunicación de los distintos operadores desde el punto de entrada general hasta los

registros principales situados en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU). Está formada por tubos instalados en canalizaciones subterráneas y es prolongación de la canalización externa, por lo que **el número y dimensiones de los tubos es igual al de la canalización externa, que en nuestro caso eran 5 tubos (2 TB+RDSI, 1 TLCA y 2 reserva) de 63 mm de diámetro cada uno**, se instalará en la zona indicada en el plano 4.2.2.A. y sus características se especifican en el apartado 4.3.1 C.b. del Pliego de Condiciones.

Canalización de enlace superior

Es la que alberga los cables que van desde los sistemas de captación hasta el elemento pasamuro situado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU). Estos cables van sin protección entubada desde los sistemas de captación hasta el punto de entrada (pasamuro).

e) Recintos de Instalaciones de Telecomunicación:

Como nuestro caso es un conjunto de viviendas unifamiliares, sólo es necesario construir un recinto de instalaciones de telecomunicación.

1) Recinto Inferior.

En la infraestructura de la urbanización no procede el uso de este recinto.

2) Recinto Superior.

En la infraestructura de la urbanización no procede el uso de este recinto.

3) Recinto Único.

Es el local donde se alojan el registro principal de telefonía y el equipamiento de cabecera (amplificadores, mezclador y distribuidores) para adaptar las señales de RTV terrestre procedentes de los elementos de captación para su posterior distribución por la ICT. También se reserva espacio suficiente tanto para que los operadores del servicio de TLCA y SAFI puedan instalar su registro principal como para un posterior montaje de los elementos necesarios (amplificadores) para el acondicionamiento de la señal de televisión por satélite. Por la parte inferior del recinto entra la canalización de enlace, que soporta la red de alimentación, y sale la canalización principal, que alberga la red de distribución.

Las dimensiones mínimas del recinto de instalaciones único van en función del número de puntos de acceso a usuario de la urbanización. El Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, define unas dimensiones mínimas según este número de puntos de acceso, esto se recoge en la Tabla 42:

Nº de puntos de acceso al usuario del inmueble	Altura (mm)	Anchura (mm)	Profundidad (mm)
Más de 10	2300	2000	2000
Hasta 10	2000	1000	500

Tabla 42. Dimensiones del RITU según PAUs.

En nuestro caso, el número de puntos de acceso al usuario es 34, por lo que **el recinto único de instalaciones de telecomunicaciones tendrá unas dimensiones mínimas de 2300 x 2000 x 2000 mm** (altura x anchura x profundidad). Se ubica en zona comunitaria sobre la rasante y alejado del centro de transformación de energía, se muestra en el plano 4.2.2.A.

Tendrá una puerta de acceso metálica con apertura hacia el exterior y de cerradura de tamaño 1900 x 900 mm (altura x anchura), la llave la tendrá el presidente de la comunidad de propietarios o el propietario de la urbanización, o la persona responsable que permita el acceso a los diferentes operadores de los servicios de telecomunicaciones para realizar instalaciones y mantenimientos necesarios. Dispone de rejillas para ventilación natural directa. Tiene su correspondiente instalación eléctrica, como son el cuadro de protección, al que llega una canalización eléctrica directa desde el cuadro de servicios generales de la urbanización, sistema de puesta a tierra y cuatro bases de enchufe con toma de tierra, y se reservará espacio suficiente para que los operadores de telecomunicaciones instalen sus correspondientes cuadros de protección, hasta un máximo de dos. Se instala un sistema de alumbrado que proporciona una iluminación de 300 lux y uno de emergencia. Se coloca una placa de identificación de la instalación de tamaño mínimo 200 x 200 mm (ancho x alto) en zona visible a una altura entre 1200 y 1800 mm.

Al detallar la ubicación del equipamiento del RITU, se habla de pared izquierda, derecha y del fondo, tomando como punto de referencia mirar hacia el interior del recinto desde la puerta de acceso.

Pared izquierda: se instala el registro principal de TB + RDSI y se coloca a media altura una toma de corriente.

Pared derecha: se reserva espacio suficiente para el registro principal de TLCA y SAFI y se coloca una base de enchufe a media altura.

Pared del fondo: se instala en la esquina superior izquierda el cuadro de protección, y se reserva espacio para otros dos posibles cuadros más, se coloca una base de enchufe a media altura en la parte izquierda y otra en la parte derecha para alimentar las cabeceras de RTV. El equipo de cabecera se distribuye de forma que en la mitad inferior de la pared se instalan los elementos de RTV terrestre y se reserva el resto de la mitad superior para los componentes de la televisión por satélite. A continuación se muestra un ejemplo de cómo podría quedar distribuida esta pared, si estuviesen instalados los elementos de la televisión por satélite:

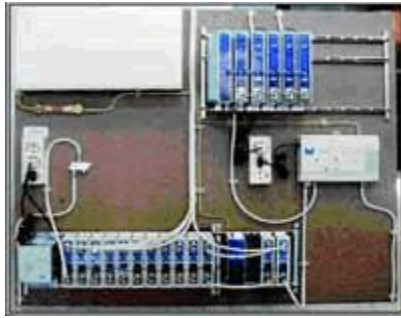


Figura 12. Ejemplo equipamiento del RITU.

Para hacerse una mejor idea, la distribución completa se muestra en el esquema 4.2.3.E.

4) Equipamiento de los mismos.

El recinto de instalaciones de telecomunicaciones único dispone del siguiente equipamiento:

- Registro Principal de TB + RDSI
- Amplificador FM
- Amplificador DAB
- 8 Amplificadores UHF monocanal
- 2 Amplificadores UHF selectivos
- Amplificador UHF multicanal
- Mezclador MATV-FI
- 2 Distribuidores de 4 salidas
- Cuadro de protección
- 4 bases de enchufe
- Sistema de puesta a tierra
- Canales horizontales para el tendido de los cables
- Alumbrado normal y de emergencia
- Placa identificativa de la instalación

La organización de estos elementos se muestra en el plano 4.2.3.E.

f) Registros principales.

Es el elemento que alberga el punto de interconexión entre las redes de alimentación y de distribución, se aloja en el interior del RITU y existe dos modelos, uno para el servicio de TB + RDSI y otro para el de TLCA y SAFI.

El registro principal para TB + RDSI es una caja de ciertas medidas, tales que permiten instalar las regletas de salida, en concreto 10 regletas de 10 pares (calculadas en el apartado de telefonía), y además reservar espacio suficiente para que los diferentes operadores de telecomunicación puedan montar sus regletas de entrada, hasta un máximo de 1,5 veces las regletas de salida, es decir, hueco para 15 regletas de 10 pares,

por tanto, las **medidas** necesarias para que no haya problema de espacio son **500 x 500 x 150 mm**.

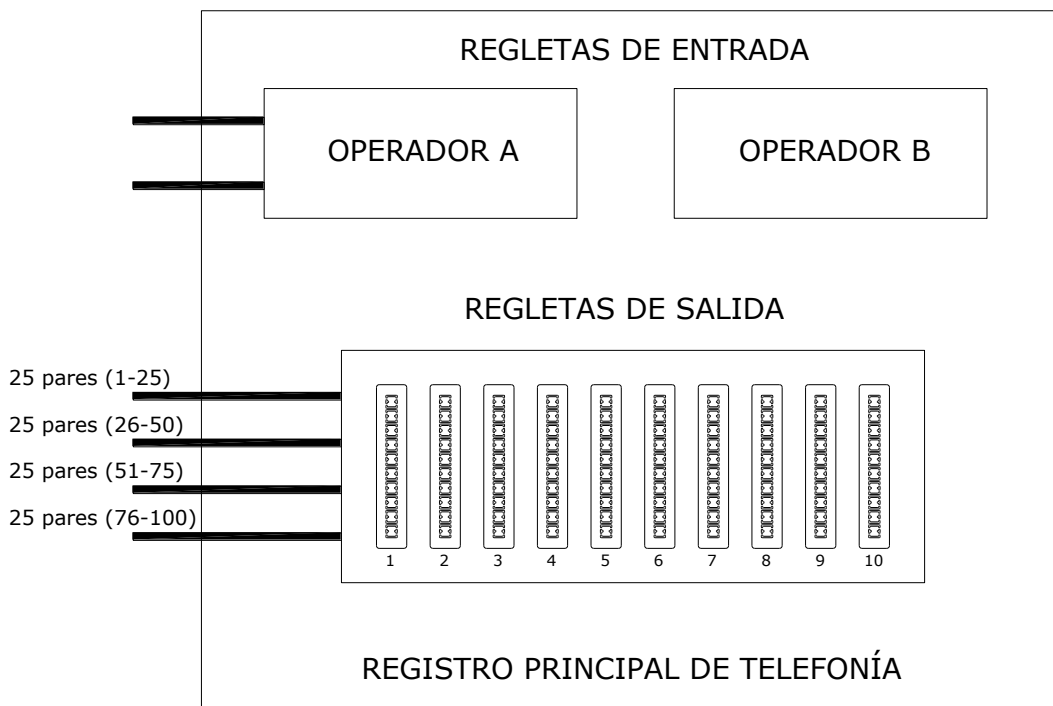


Figura 13. Registro principal de TB.

El registro principal para TLCA y SAFI no se dimensiona, únicamente se reserva espacio en el RITU, ya que su instalación es responsabilidad del correspondiente operador de telecomunicación. El espacio reservado se muestra en el plano esquema 4.2.3.E. y es más que suficiente para que en el registro se puedan instalar los elementos necesarios para una adecuada distribución de la señal, como por ejemplo, amplificadores, derivadores, distribuidores, etc.

g) Canalización Principal y Registros Secundarios.

Canalización Principal

Es la que soporta los cables de la red de distribución de los servicios de telecomunicación desde el RITU hasta los registros secundarios. Por la estructura de la urbanización, se diseña una única canalización principal casi triangular, pero con dos salidas desde el RITU, para poder satisfacer así los requisitos de los servicios de RTV calculados que exigían cuatro ramales, dos de ellos introducidos por una salida y los otros dos por la otra, dicha canalización está formada por tubos enterrados que pasan por zona común y de fácil acceso, en la que se intercalan registros secundarios para conectarla con la canalización secundaria, pero resulta, que la canalización principal es subterránea, y que los registros secundarios que albergan los elementos de segregación se sitúan a una distancia de 300 mm del suelo para evitar problemas de agua y humedad, por lo que todo esto nos lleva a que sean necesarios registros secundarios de cambio de dirección (arquetas) que permitan que la canalización principal llegue al registro

secundario de segregación, según se muestra en el esquema 4.2.3.F. Entre registros secundarios la canalización es lo más rectilínea posible y se instalará en la zona indicada en el plano 4.2.2.A. El Reglamento de ICT especifica que la canalización principal debe estar formada por tubos de 50 mm de diámetro de pared interior lisa, y que el número de tubos depende del número de viviendas (número de puntos de acceso al usuario), el dimensionamiento mínimo se muestra en la Tabla 43 junto con la utilización de cada tubo:

Nº de puntos de acceso al usuario del inmueble	Nº de tubos	Utilización
Hasta 12	5	1 tubo RTV. 1 tubo TB + RDSI. 2 tubos TLCA y SAFI. 1 tubo de reserva.
De 13 a 20	6	1 tubo RTV. 1 tubo TB + RDSI. 2 tubos TLCA y SAFI. 2 tubos de reserva.
De 21 a 30	7	1 tubo RTV. 1 tubo TB + RDSI. 3 tubos TLCA y SAFI. 2 tubos de reserva.
Más de 30	Cálculo específico en el proyecto de ICT	Cálculo específico (dimensionamiento mínimo): 1 tubo RTV. 2 tubos TB + RDSI. 1 tubo TLCA y SAFI por cada 10 PAU o fracción, con un mínimo de 4. 1 tubo de reserva por cada 15 PAU o fracción, con un mínimo de 3.

Tabla 43. Dimensionamiento de la canalización principal según PAUs.

En nuestro caso, el número de puntos de acceso al usuario es 34, por lo que la canalización principal estaría formada como mínimo por 10 tubos de 50 mm de diámetro, usándose 1 para RTV, 2 para TB+RDSI, 4 para TLCA y SAFI y 3 de reserva, a priori, el dimensionamiento mínimo parece suficiente, pero hay que asegurarse de no son necesarios más tubos, para ello, lo que se debe hacer es comprobar que la suma de las superficies de las secciones transversales de todos los cables que discurren por tubo no es superior al 40% de la superficie de la sección transversal útil del tubo. La sección transversal útil de cada tubo es:

$$Sección_transversal_útil = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(\frac{50mm}{2} \right)^2 = 1963mm^2$$

El tubo de RTV soporta cuatro cables coaxiales comerciales iguales, dos por ramal, hasta un máximo de dos ramales, con cubierta exterior de 6.6 mm de diámetro, así que la sección transversal de todos los cables es:

$$Sección_transversal_total \approx 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 4 \cdot \pi \cdot \left(\frac{6.6mm}{2} \right)^2 = 137mm^2$$

Como se observa, la sección transversal total de los cables no supera el 40% de sección transversal útil del tubo, lo que determina que con un solo tubo de RTV es suficiente.

Por los tubos de TB + RDSI circulan cuatro cables normalizados de 25 pares cada uno, para obtener la sección transversal total se parte de las dimensiones de un par trenzado.



Figura 14. Cable normalizado de 25 pares.

Datos (características de los cables en el Pliego de Condiciones, apartado 4.3.1.B.a.):

Diámetro del conductor (hilo) = 0.6 mm

Espesor revestimiento del conductor = 0.7 mm

Espesor cubierta exterior del cable = 1.2 mm

Las dimensiones de un hilo conductor se muestran en la Figura 15, las unidades están en mm:

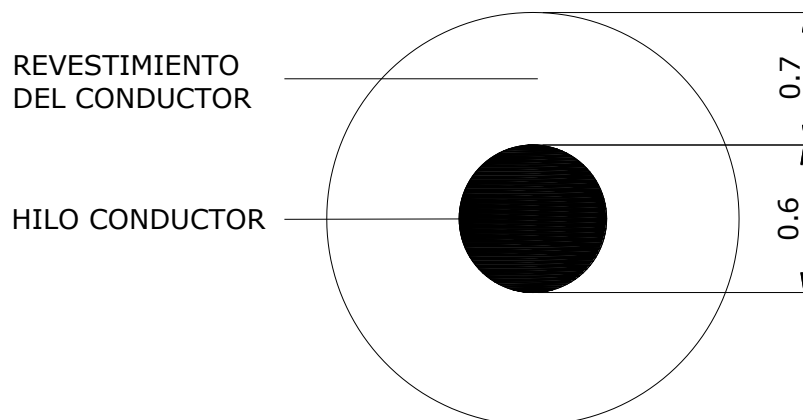


Figura 15. Dimensiones de un hilo conductor.

Primero se calcula la superficie de la sección transversal del cable sin considerar la cubierta exterior, es decir, de los 25 pares, ya que para tenerla en cuenta es necesario conocer previamente la superficie que ocupan estos 25 pares trenzados.

$$Sección_transversal_cable_sin_cubierta \approx 25 \cdot 2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{0.6 + 0.7 + 0.7mm}{2} \right)^2 = 158mm^2$$

De este resultado se obtiene el radio de la superficie transversal que ocupan los 25 pares.

$$\pi \cdot r^2 = 158mm^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{158mm^2}{\pi}} = 7mm$$

Las dimensiones del cable normalizado se muestran en la Figura 16, las unidades están en mm:

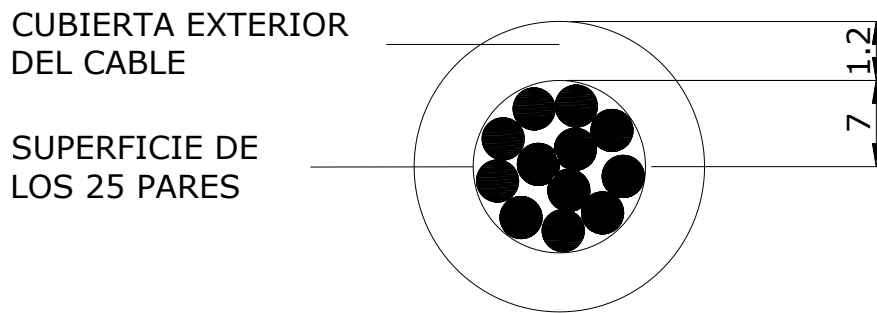


Figura 16. Dimensiones del cable normalizado de 25 pares.

Ya estamos en disposición de obtener la superficie de sección transversal de un cable normalizado de 25 pares.

$$Sección_transversal_cable_con_cubierta = \pi \cdot \left(\frac{(7 \cdot 2) + 1.2 + 1.2mm}{2} \right)^2 = 211mm^2$$

Entonces, la superficie total de la sección transversal de todos los cables de TB + RDSI es $844 mm^2$ ($4 \cdot 211mm^2$), como se observa, esta superficie no supera el 40% de sección transversal útil de los dos tubos de TB, lo que determina que no es necesario incluir más tubos.

Tampoco es necesario aumentar el número de tubos destinados a TLCA y SAFI, con esto se concluye, que **la canalización principal está formada por 10 tubos de 50 mm de diámetro, usándose 1 para RTV, 2 para TB+RDSI, 4 para TLCA y SAFI y 3 de reserva**, especificándose sus características en el apartado 4.3.1.C.b. del Pliego de Condiciones.

Registros Secundarios

Son los compartimentos en los que se unen la red de distribución con la de dispersión conectando la canalización principal con las secundarias, aunque también se utilizan para los cambios de dirección de la canalización principal, en ambos casos, se colocan en zona común de fácil acceso, y además, disponen de un sistema de cierre con llave.

La canalización principal se ha diseñado para ser subterránea, al igual que se hará con la secundaria, esto podría hacernos pensar a priori en ubicar los elementos de conexión en registros secundarios subterráneos (arquetas) para así enlazar fácilmente ambas canalizaciones, pero existe un problema, y es que todo elemento de conexión no debe situarse en espacios subterráneos por motivos de seguridad, ya que existe la posibilidad de filtraciones de agua. Como consecuencia de esta restricción, los registros secundarios que albergan los elementos de conexión se sitúan por encima del nivel del suelo, en concreto, a una altura mínima de 300 mm y se instalan empotrados en la fachada de las viviendas, a su vez, son necesarios registros secundarios de cambio de dirección (uno por cada registro secundario anterior), situados bajo la acera y pegados a la fachada de las viviendas para conducir la canalización principal hasta los registros anteriores, este diseño se muestra en la Figura 17:



Figura 17. Conjunto de registros secundarios.

Los registros secundarios de cambio de dirección (arquetas), tendrán unas dimensiones mínimas de 400 x 400 x 400 mm (altura x anchura x profundidad) según especificaciones del Real Decreto 401/2003 de 4 de abril, pero hay que asegurarse de que estas dimensiones son suficientes para permitir el paso de la canalización principal a través de las paredes de las arquetas, este paso consiste en entrar a la arqueta por una de sus paredes, subir y bajar al registro secundario atravesando el lado de la arqueta más próximo a la fachada, y finalmente salir hacia la siguiente arqueta por la pared opuesta a la de la entrada, teniendo clara esta distribución de la canalización principal, es obvio

que donde más superficie de pared de arqueta se necesita, y por tanto, la que va a determinar las dimensiones, es por la que se sube y baja al registro secundario, al ser ésta atravesada casi dos veces por la canalización principal, ¿y por qué casi dos veces? Porque en realidad, los cuatro tubos correspondientes al servicio de TLCA y SAFI no bajan al registro de cambio de dirección, pues los cables del servicio de TLCA y SAFI son dedicados, es decir, uno por vivienda, por tanto, los tubos de TLCA y SAFI que llegan al registro de segregación no salen, de lo contrario, sería absurdo. Sin embargo, para facilitar el cálculo de las dimensiones adecuadas de las arquetas, se considera dos veces la superficie de sección transversal de la canalización principal, pero si tras el cálculo, las dimensiones mínimas de las arquetas no fueran suficientes, se recalcularían con el número exacto de tubos, es decir, suprimiendo los cuatro tubos de TLCA y SAFI de bajada innecesarios:

$$Sección_transversal_canaliz_principal = 10 \cdot \pi \cdot \left(\frac{50}{2}\right)^2 = 19635 mm^2$$

La superficie de pared de la arqueta debe ser mayor que dos veces la superficie de sección transversal de la canalización principal:

$$Superficie_pared_arqueta > 2 \cdot 19635 mm^2 = 39270 mm^2$$

Se considera la arqueta como un cubo, es decir, todas sus dimensiones lineales (altura, anchura y profundidad) son iguales, por lo que el cálculo de la superficie de una de sus paredes es tan simple como elevar al cuadrado una de las dimensiones:

$$Superficie_pared_arqueta = anchura^2 > 39270 mm^2 \Rightarrow anchura > 199 mm$$

Se puede observar que las dimensiones mínimas fijadas en el Reglamento de ICT son suficientes para soportar el paso y el necesario cambio de dirección de la canalización principal, concluyendo que **los registros de cambio de dirección (arquetas) tienen unas dimensiones de 400 x 400 x 400 mm (altura x anchura x profundidad)**, sus características se detallan en el apartado 4.3.1 C.d. del Pliego de Condiciones y se instalarán en la zona indicada en el plano 4.2.2.A.

Respecto a los registros secundarios que sirven de punto de unión entre la red de distribución y dispersión, decir que a ellos entra la canalización principal y de ellos sale la canalización secundaria, en concreto, dos o cuatro canalizaciones secundarias, según el caso, y siempre una por vivienda. En su interior están los elementos que derivan los servicios de telecomunicación hacia las viviendas, se alojan en espacios reservados para cada servicio y son, los dos derivadores de la señal de RTV, las 3 regletas de 5 pares cada una que forman el punto de distribución de TB + RDSI y hueco para los cables de TLCA y SAFI. En cuanto a las dimensiones, en el Real Decreto 401/2003 de 4 de abril se establece unas dimensiones mínimas de 450 x 450 x 150 mm (altura x anchura x profundidad), al igual que antes, hay que asegurarse de que estas dimensiones son suficientes para que la canalización principal entre y salga del registro por la parte inferior.

$$\text{Superficie}_{\text{ parte inferior}} = \text{anchura} \cdot \text{profundidad} = 67500 \text{ mm}^2 > 39270 \text{ mm}^2$$

A la vista queda que las dimensiones mínimas son más que suficientes, por tanto, **los registros secundarios tienen unas dimensiones de 450 x 450 x 150 mm (altura x anchura x profundidad)**, sus características se detallan en el apartado 4.3.1 C.d. del Pliego de Condiciones y se instalarán en la zona indicada en el plano 4.2.2.B.

h) Canalización Secundaria y Registros de Paso.

Canalización Secundaria

Es la que sustenta los cables de la red de dispersión de los servicios de telecomunicación entre los registros secundarios y de terminación de red de cada vivienda. De cada registro secundario parten cuatro o dos canalizaciones secundarias, según el caso, que discurren por zona comunitaria hasta llegar al tramo de acceso a la vivienda, cada una **está formada por 3 tubos de 25 mm de diámetro instalados en canalizaciones subterráneas a lo largo de los tramos comunitario y de acceso a la vivienda, usándose 1 para TB + RDSI, 1 para TLCA y SAFI y 1 para RTV**, se instalarán en la zona indicada en el plano 4.2.2.B. y sus características se especifican en el apartado 4.3.1 C.b. del Pliego de Condiciones.

La distancia entre los registros secundarios y de terminación de red de tres viviendas de la urbanización, vivienda 1, 12 y 34, supera los 15 metros, en estos casos, el Reglamento de ICT obliga a introducir registros de paso en la canalización secundaria para facilitar el tendido de cableado.

Registros de Paso

Se intercalan en las canalizaciones secundarias e interior de usuario cuando éstas tengan una longitud superior a 15 m o exista más de dos codos, curvas de noventa grados, a lo largo de las mismas, se instalan empotrados y su finalidad es facilitar el tendido de los cables y el posterior mantenimiento. En el Reglamento de ICT se definen tres tipos de registro de paso según la canalización en la que sea necesario:

	Dimensiones (mm) (altura x anchura x profundidad)	Nº de entradas en cada lateral	Diámetro máximo del tubo (mm)
Tipo A	360 x 360 x 120	6	40
Tipo B	100 x 100 x 40	3	25
Tipo C	100 x 160 x 40	3	25

Tabla 44. Tipos de registros de paso

El registro de paso de tipo A se utilizará para canalizaciones secundarias en tramos comunitarios, de tipo B para canalizaciones secundarias en los tramos de acceso a las viviendas y para canalizaciones interiores de usuario de TB + RDSI, y de tipo C para las canalizaciones interiores de usuario de TLCA, RTV y SAFI.

En nuestro proyecto, las canalizaciones secundarias que llegan hasta los registros de terminación de red de las viviendas 1, 12 y 34 exceden los 15 m de longitud, obligando a colocar un **registro de paso del tipo A** en lugar comunitario y de fácil acceso, **de dimensiones 360 x 360 x 120 mm (altura x anchura x profundidad)**. No existe problema alguno con estas dimensiones puesto que llega a soportar, según la Tabla 44, hasta 6 tubos de 40 mm de diámetro, y la canalización secundaria, recordemos, estaba formada por 3 tubos de 25 mm de diámetro. Sus características se detallan en el apartado 4.3.1 C.d. del Pliego de Condiciones y se instalarán en la zona indicada en el plano 4.2.2.B. En cuanto a las canalizaciones interiores de usuario, no se requiere la instalación de registro de paso, por ser canalizaciones de menos de 15 m y no tener más de dos codos.

i) **Registros de Terminación de Red.**

Son el punto de unión entre las redes de dispersión e interior de usuario conectando la canalización secundaria con la interior de usuario, en su interior se encuentran los elementos que forman los correspondientes puntos de acceso al usuario. Cada servicio tiene asociado su propio registro de terminación de red, por lo que son necesarios tres registros, cabe la posibilidad de **integrar todos en el mismo cuadro**, y es la opción por la que nos decantamos, entonces, según el Reglamento de ICT, cuando los tres servicios se componen en un único registro, **las dimensiones mínimas serán de 300 x 500 x 60 mm (altura x anchura x profundidad)**, con cierre de tapa, este único registro se sitúa en el interior de la vivienda y empotrado en la pared a una altura entre 200 mm y 2300 mm del suelo, en concreto, a una distancia de 200 mm para así facilitar la instalación de la canalización interior por el suelo y no ser muy visible a simple vista para no romper la estética de la vivienda. Sus características se detallan en el apartado 4.3.1 C.d. del Pliego de Condiciones y se instalarán en la zona indicada en el plano 4.2.2.B.

Como se ha dicho, en cada registro de terminación de red se alberga el punto de acceso al usuario correspondiente a su servicio y los elementos que lo hacen posible. Para el servicio de TB + RDSI, en el registro se instala un PAU de 2 líneas, de forma que por un lado se conectará el cable de 2 pares de la red de dispersión, y por otro, los cables de 1 par que forman la red interior de usuario y unen el PAU con los diferentes BAT. Para el servicio de RTV, se instala un PAU + distribuidor de 5 salidas, que permite seleccionar uno de los dos cables que llegan desde la red de dispersión, y distribuirlo a las estancias de la vivienda. Respecto al servicio TLCA y SAFI, se deja espacio para una posterior instalación de los elementos requeridos para la distribución de la señal. Por último, decir que se pondrá en el cuadro de registros una base de enchufes por si fuese inevitable tener elementos activos, como por ejemplo, amplificadores.

j) **Canalización Interior de Usuario.**

Es la que alberga los cables de la red interior de usuario entre los registros de terminación de red y de toma, está formada por tubos empotrados por el interior de la vivienda siguiendo una estructura en estrella, es decir, el registro de terminación de red

de un servicio se une sólo a los registros de toma asignados a ese servicio. Antes de dimensionar la canalización interior, es necesario conocer cuántos registros de toma habrá instalados en cada vivienda. Según el Real Decreto 401/2003 de 4 de abril, el número mínimo de registros de toma será de tres (uno para cada servicio: TB + RDSI, TLCA y SAFI, y RTV) por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos registros para cada servicio. En nuestro proyecto, desde todas las estancias se tiene acceso a todos los servicios básicos de telecomunicación, con lo que será necesario instalar un registro de toma por servicio en cada estancia, con este diseño se satisfacen las exigencias de la normativa. Una vez sabido el número de registros de toma, 15, 3 por cada una de las 5 estancias de la vivienda, **la canalización interior estará formada por 15 tubos de 20 mm de diámetro**, dimensión especificada en el Reglamento, **empotrados por el interior de la vivienda, usándose 5 para TB + RDSI, 5 para TLCA y SAFI y 5 para RTV**, se instalarán en la zona indicada en el planos 4.2.2.B y sus características se especifican en el apartado 4.3.1 C.b. del Pliego de Condiciones.

No es necesario intercalar registros de paso porque la canalización interior de usuario no supera los 15 m de longitud ni contiene más de dos codos (curva de noventa grados).

k) Registros de Toma.

Son el punto final de la canalización e infraestructura de distribución, en ellos termina la red y canalización interior de usuario y albergan las bases de acceso de terminal (BAT) o tomas de usuario. Se sitúan empotrados en la pared, y según el Reglamento de ICT, **las dimensiones mínimas son 64 x 64 x 42 mm (altura x anchura x profundidad)**, además de tener por lo menos dos orificios separados entre sí un mínimo de 60 mm donde poder atornillar la toma de usuario. Es en las tomas donde el usuario conectará los equipos de telecomunicación para disfrutar de los servicios que se ofrecen, como por ejemplo, un router o teléfono para el servicio de TB + RDSI o un decodificador para el servicio de RTV, TLCA y SAFI, como es lógico, este equipamiento requiere alimentación eléctrica, por tanto, habrá una base de enchufe a no más de 500 mm de cualquier registro de toma. Respecto a la ubicación de los registros de toma, cabe decir que los registros de todos los servicios, RTV, TLCA y SAFI, y TB se colocarán próximos entre sí, ya que el decodificador de RTV, TLCA y SAFI se conecta normalmente al mismo televisor, y además, la interactividad de la televisión digital terrestre (TDT) será por línea telefónica.

Según el Real Decreto 401/2003 de 4 de abril, el número mínimo de registros de toma será de tres (uno para cada servicio: TB + RDSI, TLCA y SAFI, y RTV) por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos registros para cada servicio. En nuestro proyecto, se satisfacen las exigencias de la normativa, pues, desde todas las estancias se tiene acceso a todos los servicios básicos de telecomunicación, con lo que será necesario instalar un registro de toma por servicio en cada estancia, haciendo un total de 15, 3 por cada una de las 5 estancias de la vivienda, y se instalarán en la zona indicada en el plano 4.2.2.B. especificándose sus características en el apartado 4.3.1.C.d. del Pliego de Condiciones.

1) **Cuadro resumen de materiales necesarios:**

1) *Arquetas.*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES
Arqueta de entrada	1	600 x 600 x 800 mm

Tabla 45. Arquetas necesarias.

2) *Tubos de diverso diámetro y canales.*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES
Canalización Externa	15 m	1 x Ø63 mm
Canalización de Enlace Inferior	150 m	1 x Ø63 mm
Canalización Principal	1.640 m	1 x Ø50 mm
Canalización Secundaria	759 m	1 x Ø25 mm
Canalización Interior de Usuario	3.552 m	1 x Ø20 mm

Tabla 46. Tubos necesarios.

3) *Registros de los diversos tipos.*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES
Registro Principal de TB + RDSI	1	500 x 500 x 150 mm
Registro Secundario de cambio de dirección	9	400 x 400 x 400 mm
Registro Secundario de segregación	9	450 x 450 x 150 mm
Registro de Paso Tipo A	3	360 x 360 x 120 mm
Cuadro único que integra los Registros de Terminación de Red	34	300 x 500 x 60 mm
Registro de Toma	510	64 x 64 x 42 mm

Tabla 47. Registros necesarios.

4) *Material de equipamiento de los recintos.*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES
RITU	1	2300 x 2000 x 2000 mm

Tabla 48. RITU necesario.

EQUIPAMIENTO DEL RITU
Registro Principal de TB + RDSI
Amplificador FM
Amplificador DAB
8 Amplificadores UHF monocanal
2 Amplificadores UHF selectivos
Amplificador UHF multicanal
Mezclador MATV-FI
2 Distribuidores de 4 salidas
Cuadro de protección
3 bases de enchufe
Sistema de puesta a tierra
Canales horizontales para el tendido de los cables
Alumbrado normal y de emergencia
Placa identificativa de la instalación

Tabla 49. Equipamiento RITU.

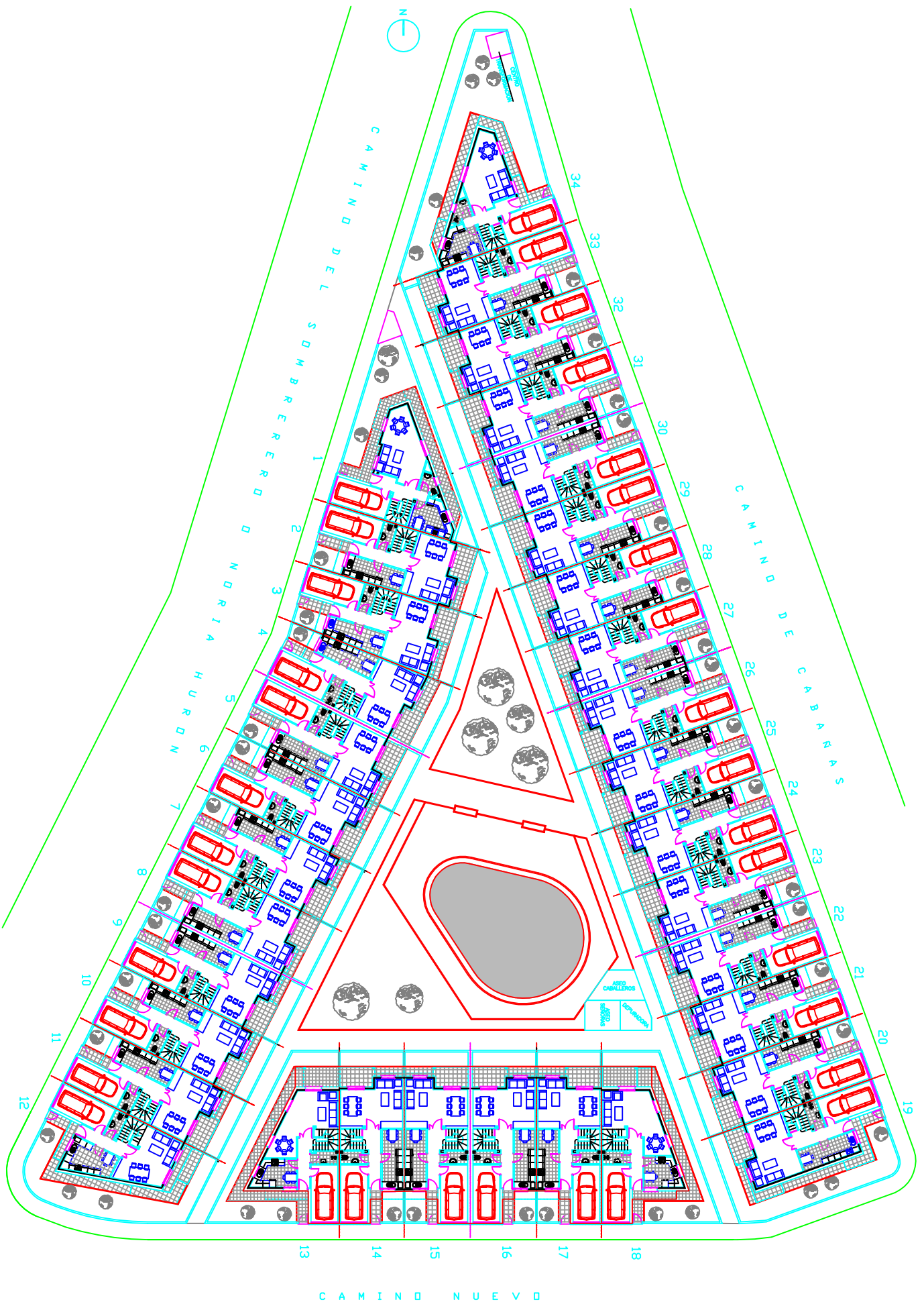
4.2 PLANOS

Este capítulo contiene los planos y esquemas necesarios para la instalación de la infraestructura común de telecomunicaciones, que serán seguidos por el constructor para instalar en el sitio correcto los elementos descritos en la memoria. Serán en todo momento, claros y precisos, evitando así cualquier error de construcción. Los planos a mostrar son:

- Plano general de situación del edificio.
- Planos descriptivos de la instalación de los diversos servicios que constituyen la ICT.
- Plano de equipamiento del recinto de instalaciones de telecomunicaciones único.

Respecto a los esquemas, se incluyen los siguientes:

- Esquema general de la infraestructura de obra civil, mostrando la situación de las canalizaciones, recinto de instalaciones de telecomunicaciones único, registros y tomas de usuario, de acuerdo a lo definido en la memoria.
- Esquema de principio de la instalación de radiodifusión sonora y televisión, en el que se muestra todo el equipamiento para ofrecer el servicio, desde los sistemas de captación hasta las tomas de usuario en el interior de las viviendas, de acuerdo a lo definido en la memoria
- Esquema de principio de la instalación de telefonía disponible al público, en él se muestran la distribución de los pares de la red de telefonía, con la asignación de pares por vivienda, las características y número de regletas a instalar, los puntos de acceso al usuario y las bases de acceso de terminal, todo ello coherente a lo descrito en la memoria.
- Esquema de la instalación eléctrica.
- Esquema del equipamiento del RITU.
- Esquema del sistema de captación señales de RTV terrenales



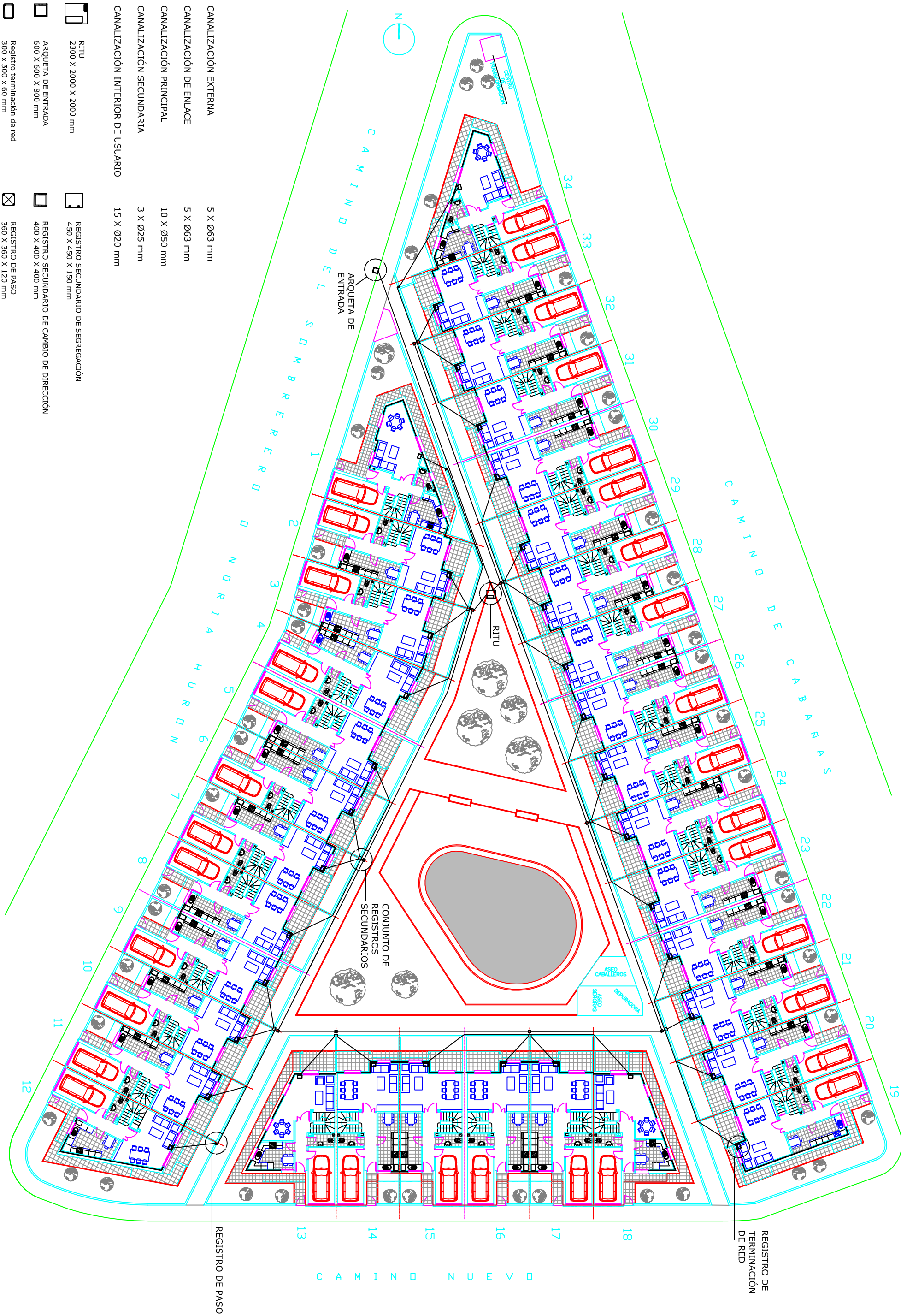
Proyecto de ICT para urbanización

PLANO 4.2.1





Autor: Federico Fernández Sánchez

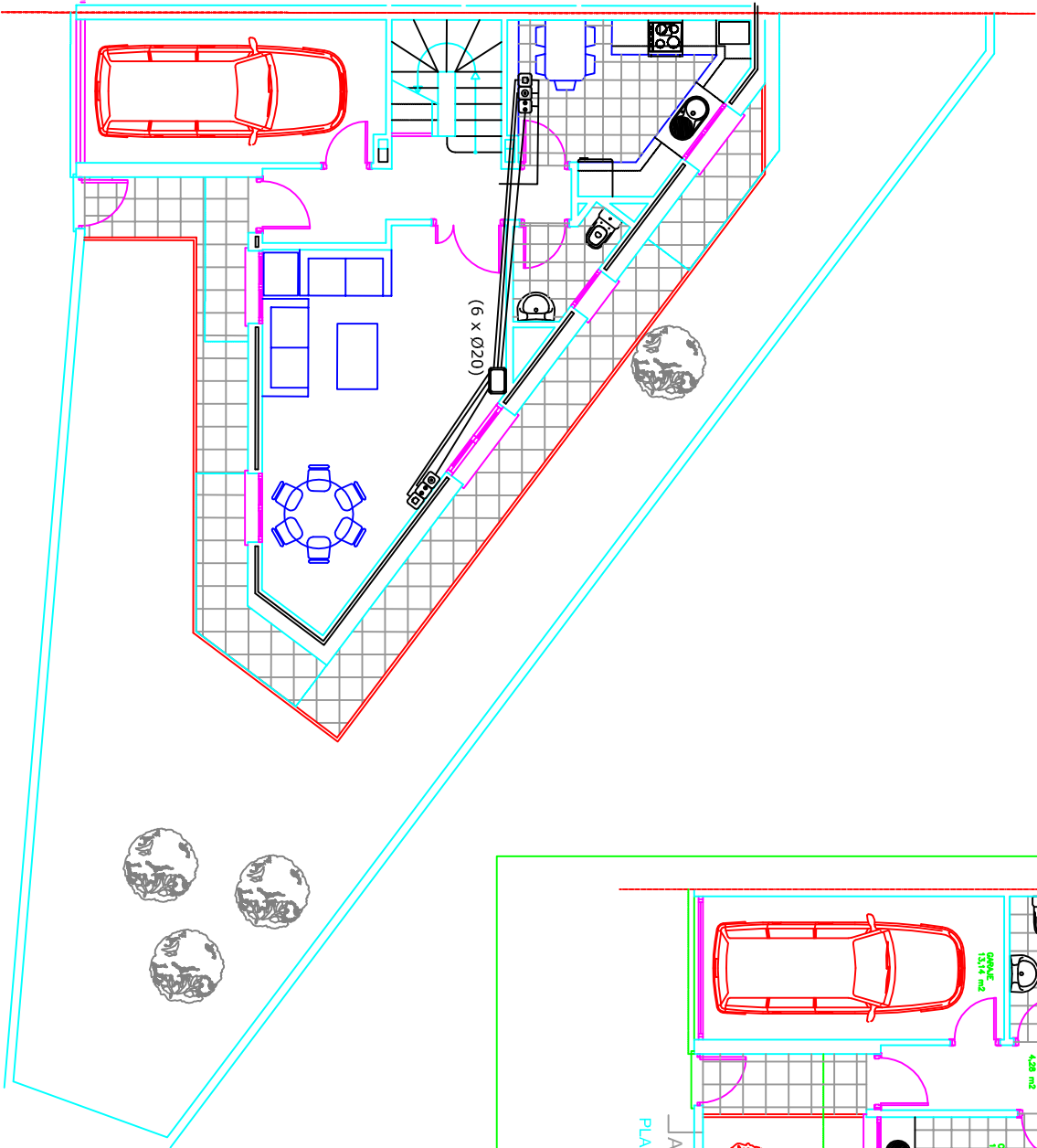
PLANO GENERAL DE SITUACIÓN
DE LA URBANIZACIÓN

Fecha: Diciembre de 2009

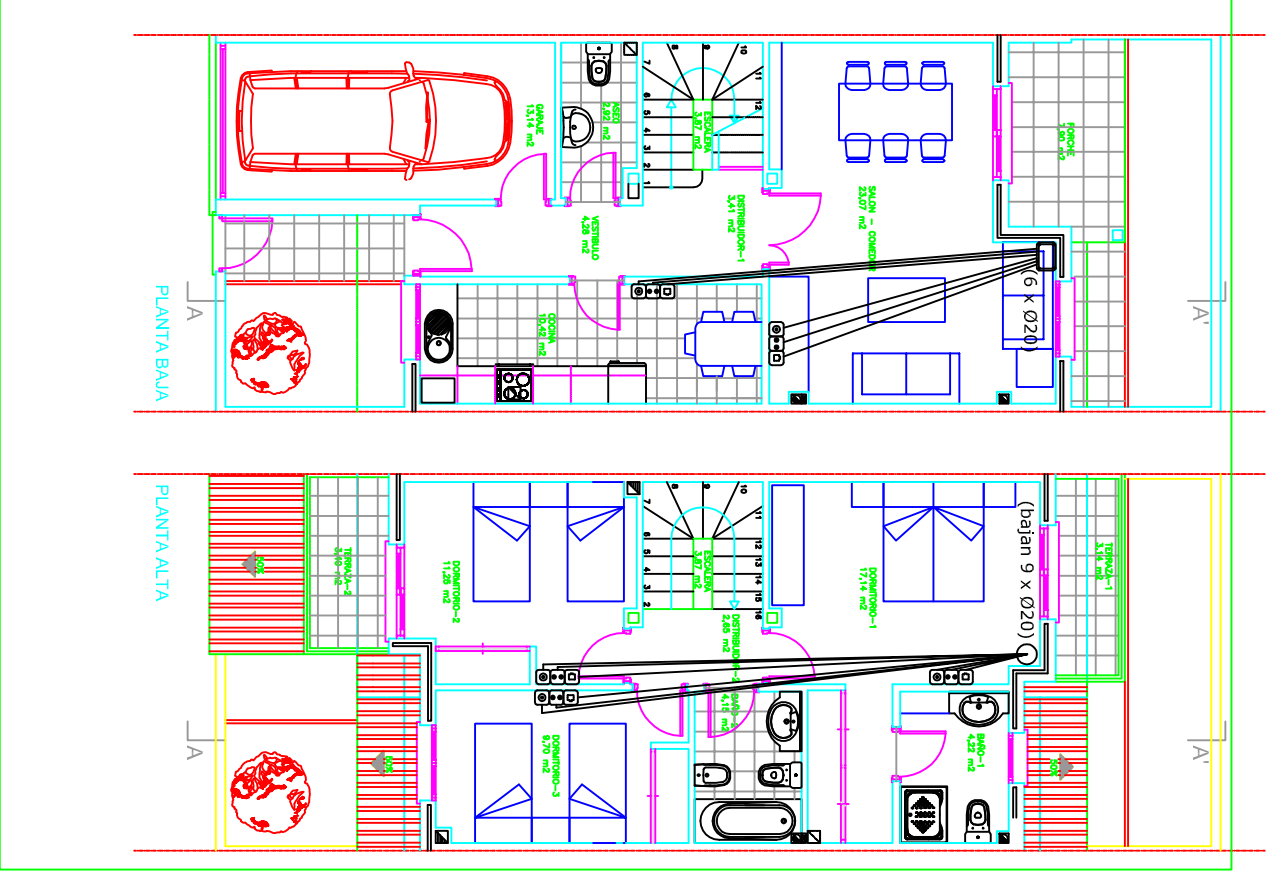


CANALIZACIÓN INTERIOR DE USUARIO 15 X Ø20 mm

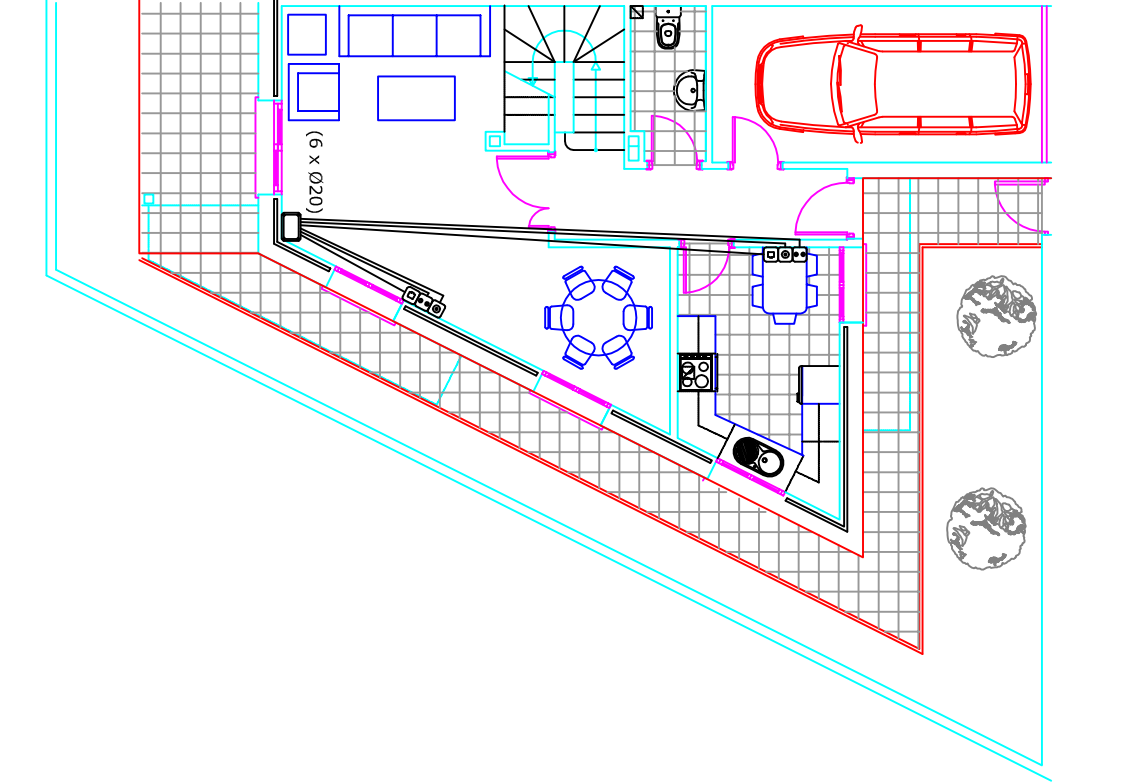
-  Registro terminación de red
300 x 500 x 60 mm
-  TOMA DE TLCA
-  TOMA DE RTV
-  TOMA DE TELEFONÍA



VIVIENDA TIPO 2



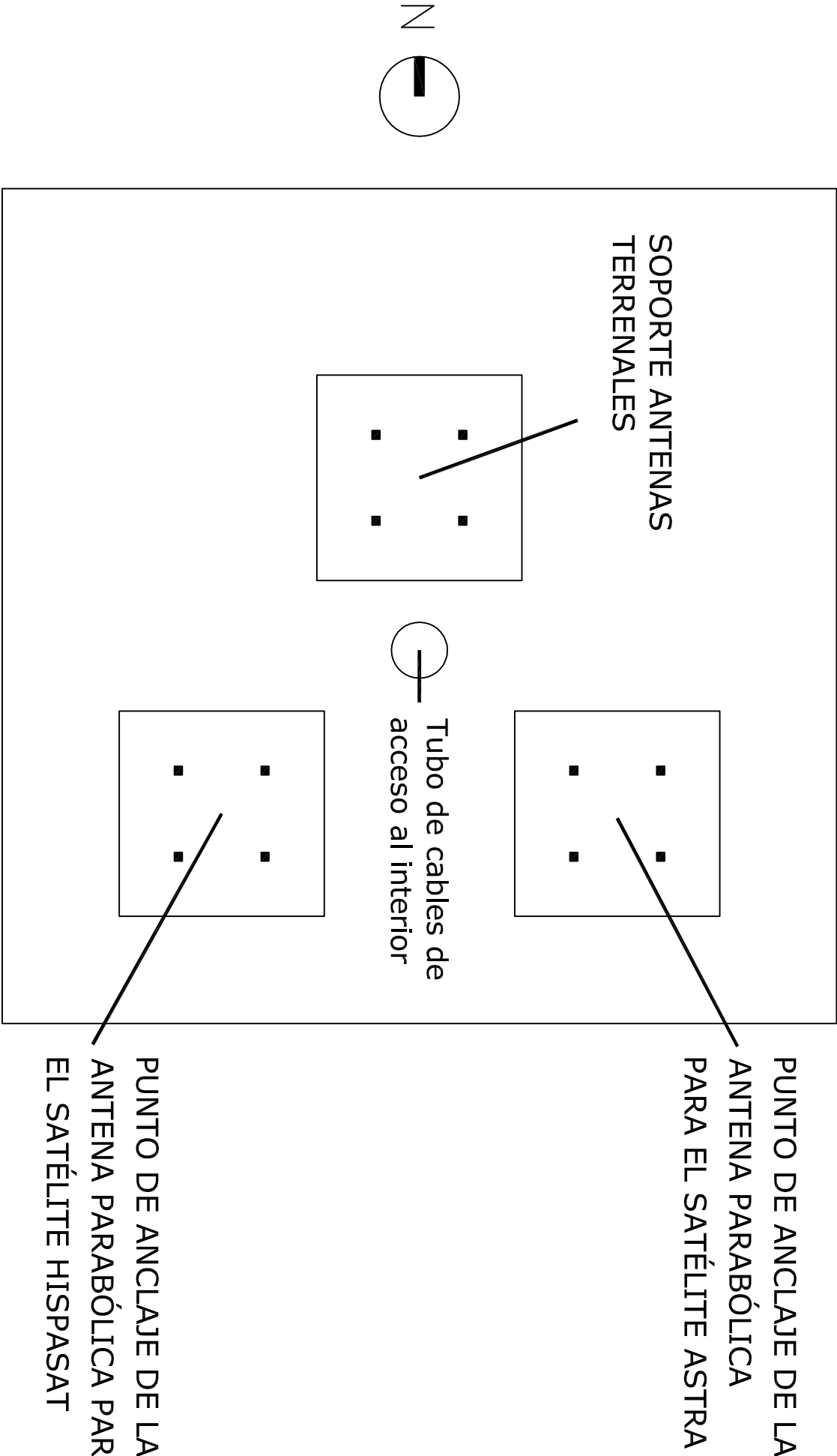
VIVIENDA TIPO 1



VIVIENDA TIPO 3

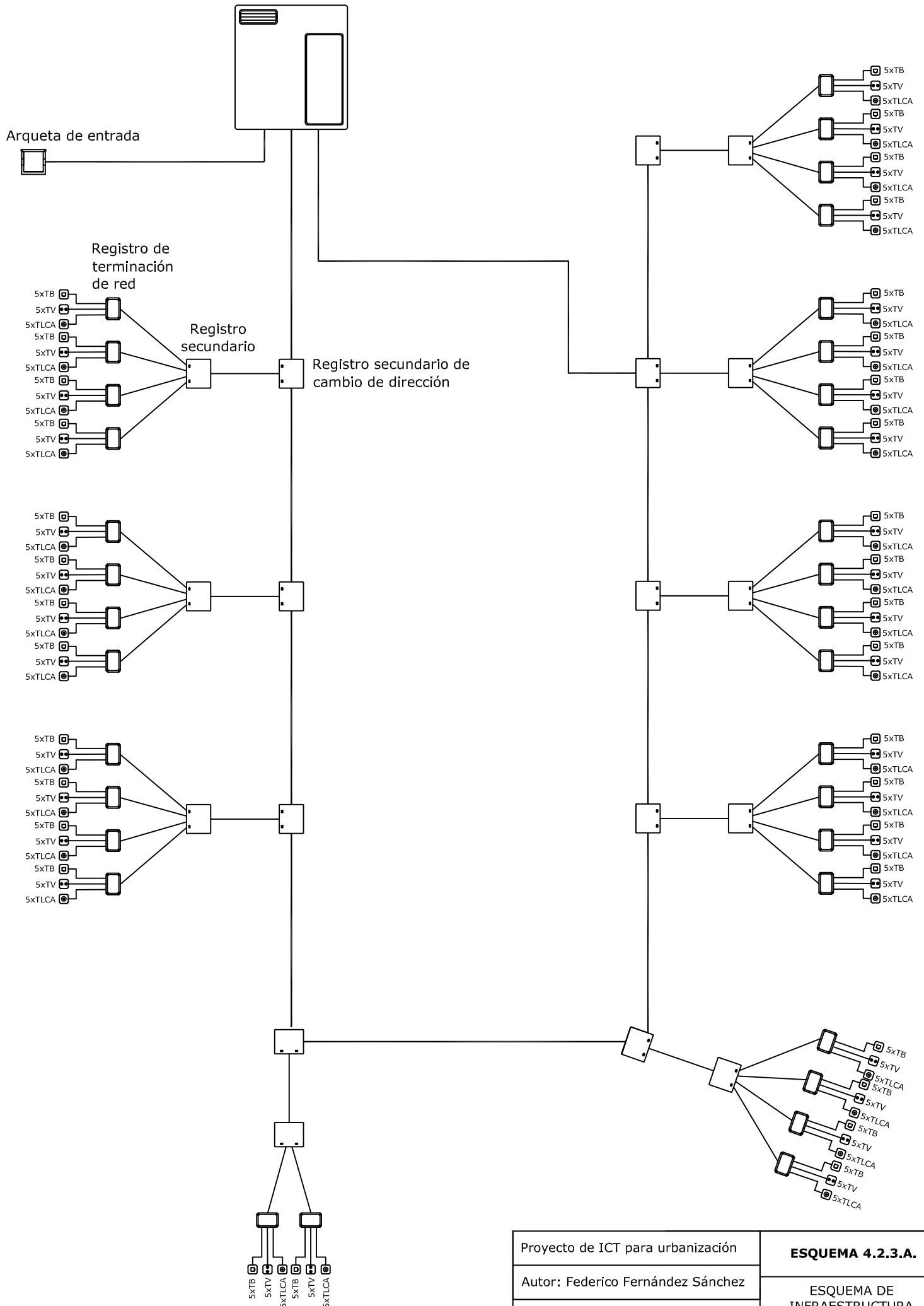
Proyecto de ICT para urbanización		PLANO 4.2.2.B
Autor: Federico Fernández Sánchez		
Fecha: Diciembre de 2009		
		INSTALACIONES EN PLANTA TIPO

CUBIERTA RITU

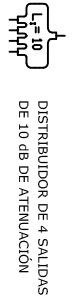
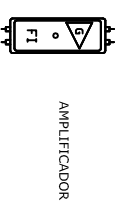
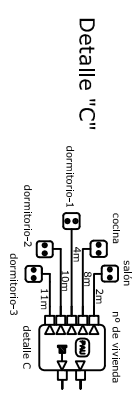
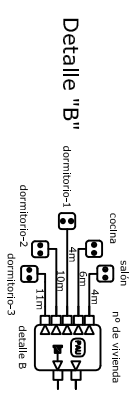
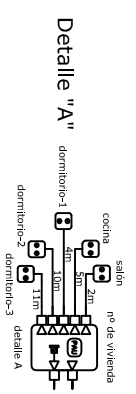
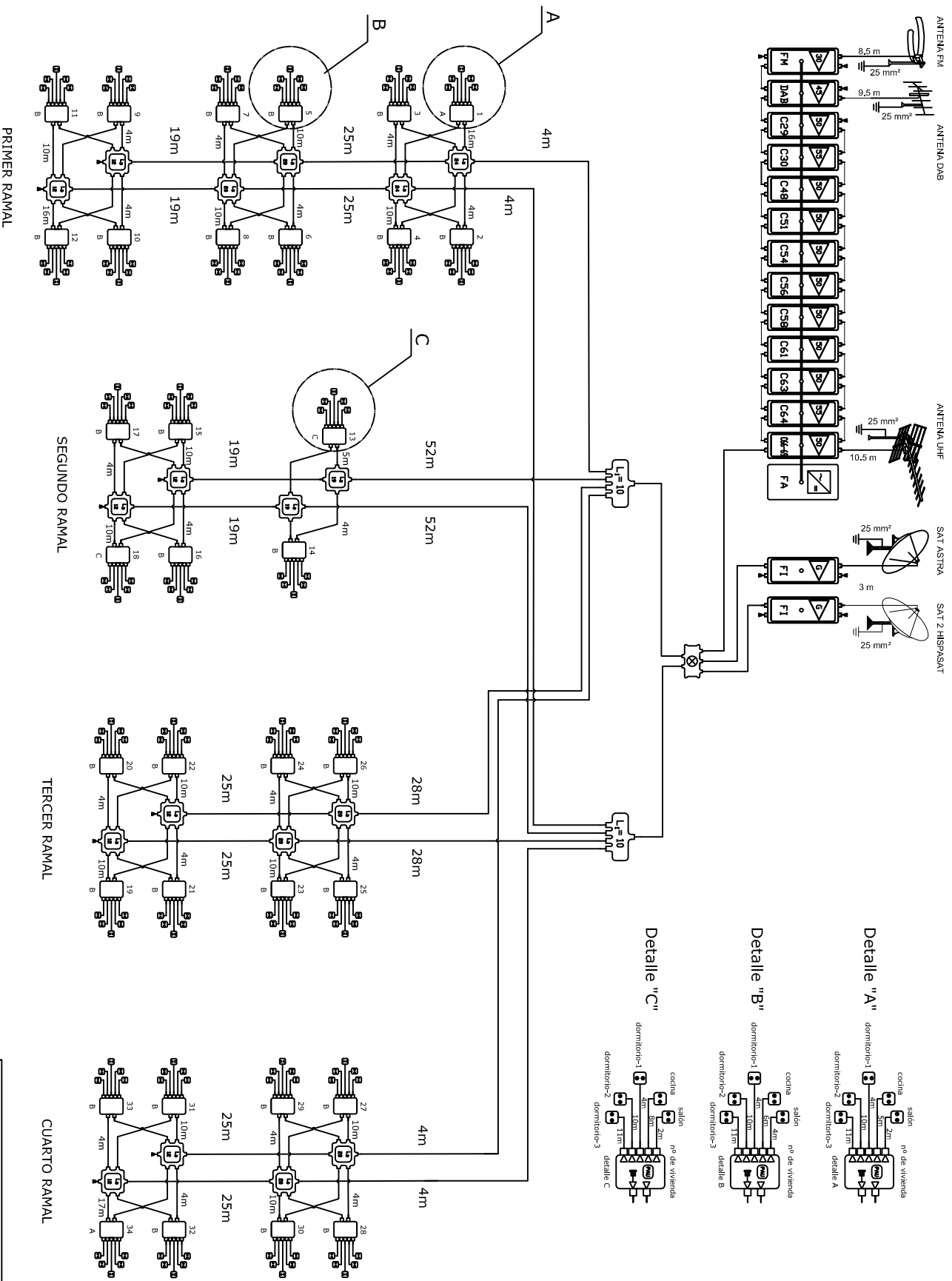


Proyecto de ICT para urbanización		PLANO 4.2.2.C. INSTALACIONES EN PLANTA CUBIERTA
Autor: Federico Fernández Sánchez		
Fecha: Diciembre de 2009		

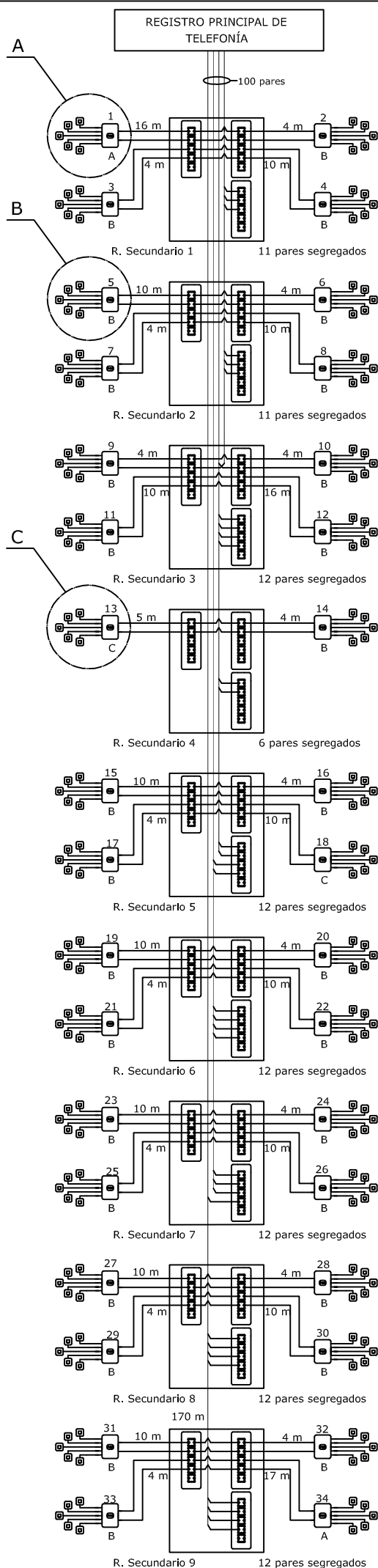
RITU



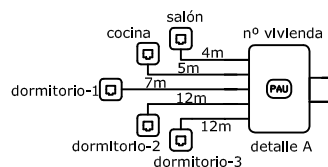
Proyecto de ICT para urbanización	ESQUEMA 4.2.3.A.
Autor: Federico Fernández Sánchez	ESQUEMA DE INFRAESTRUCTURA
Fecha: Diciembre de 2009	



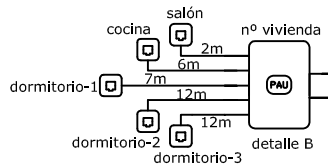
Proyecto de ICT para urbanización	ESQUEMA 4.2.3.B.
Autor: Federico Fernández Sánchez	
Fecha: Diciembre de 2009	
ESQUEMA DE RTV	



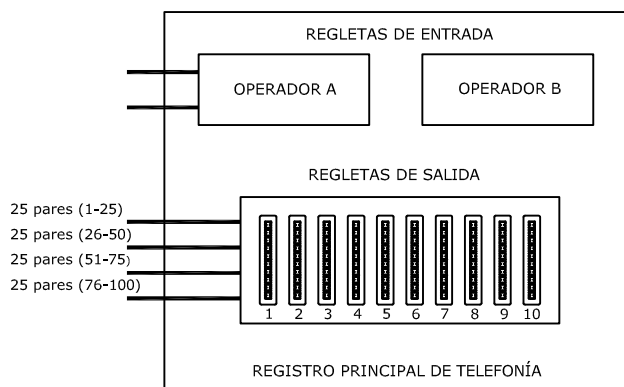
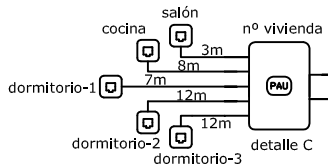
Detalle "A"



Detalle "B"



Detalle "C"



VIVIENDA	PARES	REGLETA
1	1 - 2	1
2	3 - 4	1
3	5 - 6	1
4	7 - 8	1
Reserva vivienda 1 al 4	9 - 11	1-2
5	12 - 13	2
6	14 - 15	2
7	16 - 17	2
8	18 - 19	2
Reserva vivienda 5 al 8	20 - 22	2-3
9	23 - 24	3
10	25 - 26	3
11	27 - 28	3
12	29 - 30	3
Reserva vivienda 9 al 12	31 - 34	4
13	35 - 36	4
14	37 - 38	4
Reserva vivienda 13 al 14	39 - 40	4
15	41 - 42	5
16	43 - 44	5
17	45 - 46	5
18	47 - 48	5
Reserva vivienda 15 al 18	49 - 52	5-6
19	53 - 54	6
20	55 - 56	6
21	57 - 58	6
22	59 - 60	6
Reserva vivienda 19 al 22	61 - 64	7
23	65 - 66	7
24	67 - 68	7
25	69 - 70	7
26	71 - 72	8
Reserva vivienda 23 al 26	73 - 76	8
27	77 - 78	8
28	79 - 80	8
29	81 - 82	9
30	83 - 84	9
Reserva vivienda 27 al 30	85 - 88	9
31	89 - 90	9
32	91 - 92	10
33	93 - 94	10
34	95 - 96	10
Reserva vivienda 31 al 34	97 - 100	10

Proyecto de ICT para urbanización

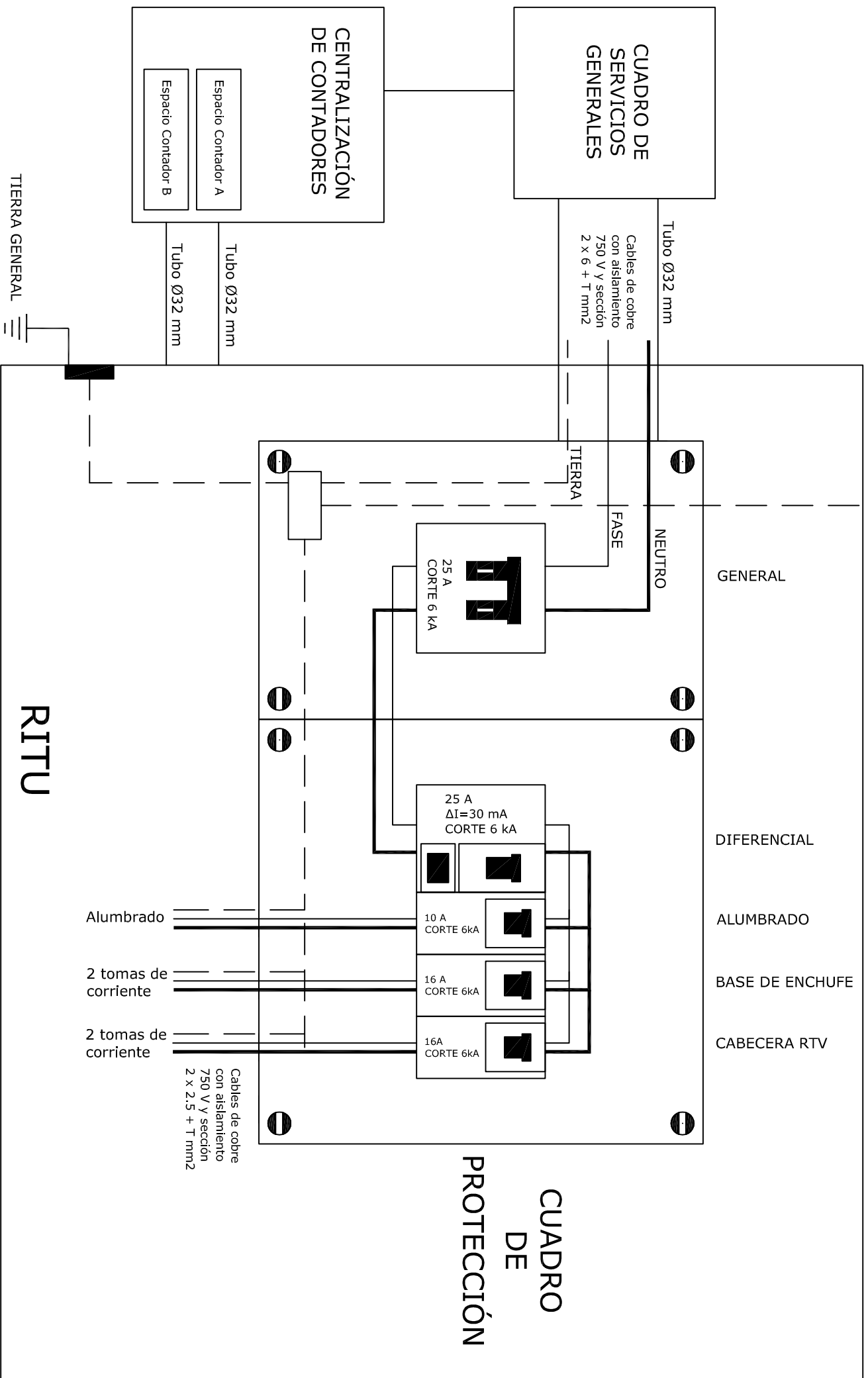
Autor: Federico Fernández Sánchez

Fecha: Diciembre de 2009

ESQUEMA 4.2.3.C.

ESQUEMA DE TELEFONÍA

Cable de tierra 25 mm² para elementos de captación



Proyecto de ICT para urbanización

ESQUEMA 4.2.3.D.

Autor: Federico Fernández Sánchez

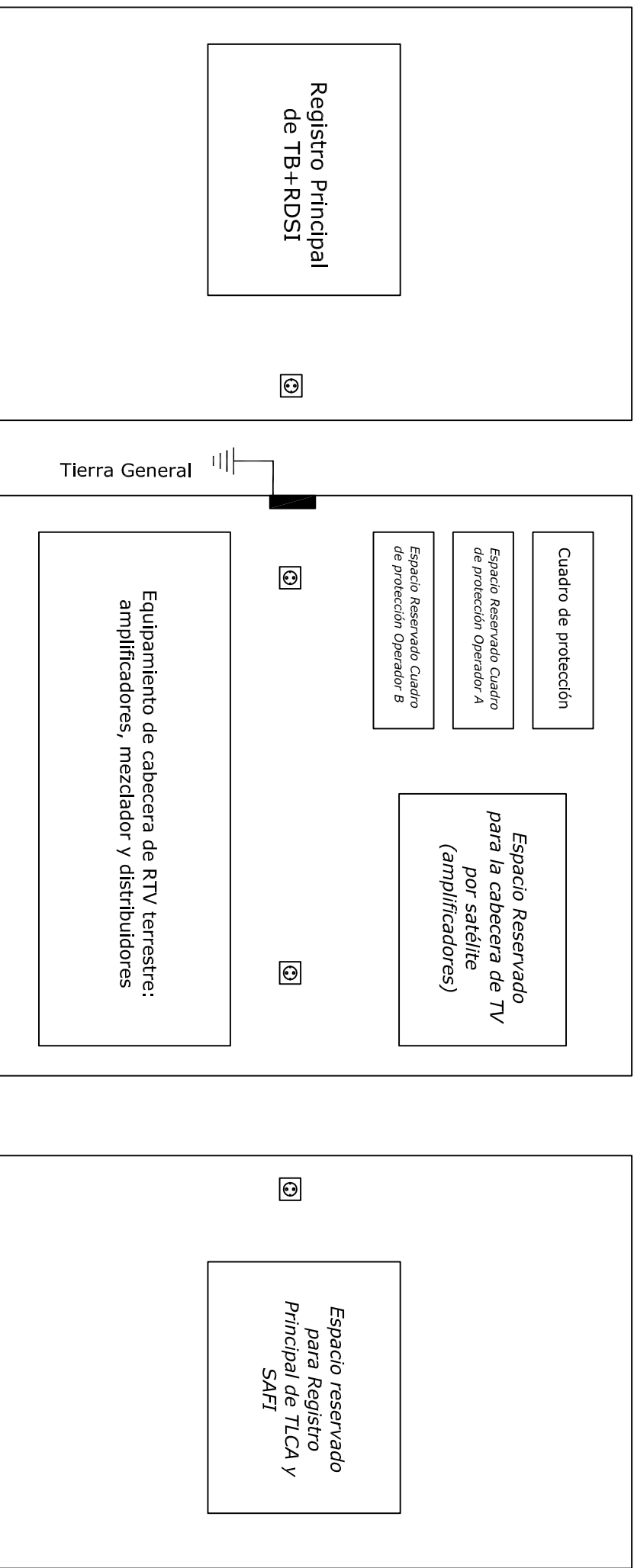
INSTALACIÓN

Fecha: Diciembre de 2009

PARED IZQUIERDA

PARED DEL FONDO

PARED DERECHA



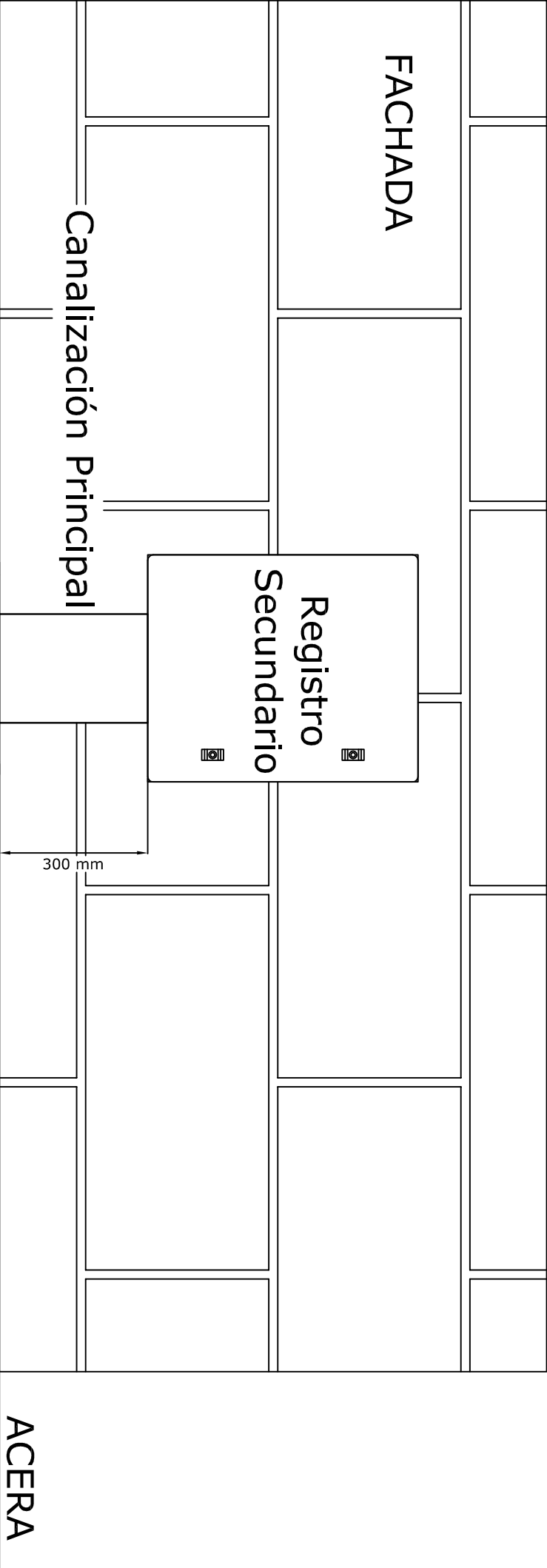
Proyecto de ICT para urbanización

ESQUEMA 4.2.3.E.

Autor: Federico Fernández Sánchez

EQUIPAMIENTO RITU

Fecha: Diciembre de 2009



Canalización Principal

Canalización Principal

Registro Secundario
de cambio de dirección

Proyecto de ICT para urbanización		ESQUEMA 4.2.3.F. CONJUNTO DE REGISTROS SECUNDARIOS
Autor: Federico Fernández Sánchez		
Fecha: Diciembre de 2009		

4.3 PLIEGO DE CONDICIONES

En este capítulo se detallan las características técnicas de los elementos utilizados en la memoria del proyecto técnico.

4.3.1 Condiciones particulares:

4.3.1.A Radiodifusión sonora y televisión:

a) Características de los sistemas de captación

Antena UHF Tipo L

Para la recepción de las señales emitidas en la banda UHF (470 – 962 MHz), correspondiente a las señales de televisión analógica y digital terrenales se emplea una antena comercial tipo Yagi, compuesta por 9 elementos directores, 1 dipolo triangular, y doble reflector tipo V.

Referencias			1121
Canal			21-69
Ganancia		dB	12
Relación D/A			26
Longitud			mm 1180
Carga al viento	800 N/m ²	N	73
	1100 N/m ²		100.3

Tabla 50. Características antena UHF.



Figura 18. Antena UHF.

Antena FM

Para la recepción de las señales emitidas en la banda FM (87.5 – 108 MHz), correspondiente a las señales de radiodifusión sonora analógica terrenales se emplea una antena comercial de dipolo plegado circularmente.

Referencias			1201
Banda			FM
Ganancia		dB	1
Relación D/A			0
Longitud		mm	500
Carga al viento	800 N/m ²	N	27
	1100 N/m ²		37
Presión al viento N/m ²		800	1100
Velocidad de viento Km/h		130	150

Tabla 51. Características antena FM.

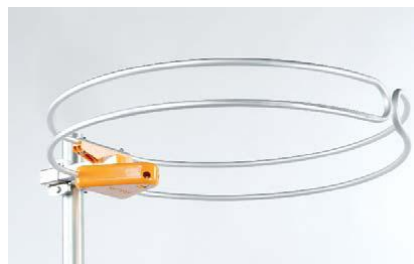


Figura 19. Antena FM.

Antena DAB

Para la recepción de las señales de radiodifusión sonora digital terrenales, emitidas en la banda de 195 a 223 MHz, se opta por una antena comercial de 3 elementos (reflector, dipolo y elemento director).

Referencias			1050
Banda			DAB/BIII 190-232 MHz
Ganancia		dB	8
Relación D/A			>15
Longitud		mm	555
Carga al viento	800 N/m ²	N	36.5
	1100 N/m ²		50.2

Tabla 52. Características antena DAB.

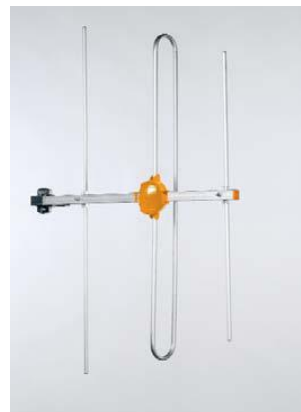


Figura 20. Antena DAB.

Destacar que el material comercial presentado a continuación, antenas parabólicas y conversor LNB, son elementos recomendados y no preceptivos, pues no es objeto de este proyecto la instalación de los sistemas de captación de las señales emitidas por satélite.

Antena parabólica ASTRA

Para conseguir la relación señal ruido en toma de usuario prevista para las señales de radiodifusión sonora y de televisión procedentes de emisiones del satélite Astra se necesita una antena parabólica comercial de 130 cm de diámetro de disco.

Diámetro		130 cm
Tipo		Offset
Ganancia	11.2 GHz	41.1 dB
	12.2 GHz	41.8 dB
Peso		15 Kg
Carga al viento a 130 Km/h	N	1421
	Kg	145

Tabla 53. Características antena parabólica Astra.



Figura 21. Antena parabólica Astra.

Antena parabólica HISPASAT

Para conseguir la relación señal ruido en toma de usuario prevista para las señales de radiodifusión sonora y de televisión procedentes de emisiones del satélite Hispasat se necesita una antena parabólica comercial de 130 cm de diámetro de disco.

Diámetro		100 cm
Tipo		Offset
Ganancia	11.2 GHz	39.5 dB
	12.2 GHz	40.3 dB
Peso		9.9 Kg
Carga al viento a 130 Km/h	N	764.4
	Kg	78

Tabla 54. Características antena parabólica Hispasat.



Figura 22. Antena parabólica Hispasat.

Convertor LNB

Se recomienda instalar el mismo convertor LNB comercial en ambas antenas parabólicas.

Referencia		7477
Frec. de entrada	GHz	10.7-12.75
Frec. de salida	MHz	950/1950 – 1100/2150
Nº de salidas		4(Ha-Va-Hb-Vb)
Ganancia	dB	55
Figura de ruido		0.7
Alimentación	V _{dc}	12...20
Consumo máximo	mA	230

Tabla 55. Características convertor LNB.



Figura 23. Convertor LNB.

Soportes para la instalación de las antenas receptoras de señales RTV terrenales

Para la sujeción y elevación necesaria de las diferentes antenas receptoras, se opta por un sistema soporte de la empresa Televés (Modelo 360) de altura 8.5 m, la situación concreta del sistema de captación se presenta en el plano de instalaciones de servicios de ICT en planta cubierta (plano 4.2.2.C) y está formado por los siguientes elementos:

- Torre de 6 m de altura

La torre se compone de un tramo intermedio y uno superior, ambos de 3m, unidos entre sí por tres puntos de fijación.

- Tramo intermedio:

Constituido por tres tubos principales de acero ST 37-2 de 30 mm de diámetro exterior por 2 mm de espesor, y un entramado de varillas transversales de acero F-6120 de 10 mm de diámetro calibrado, todo ello con un acabado de zincado brillante ($10 \pm 1 \mu$ de espesor) + bicromatado + RPR y un peso total de 24.5 Kg. El tramo presenta una superficie enfrentada al viento de 0.53 m^2 [15].

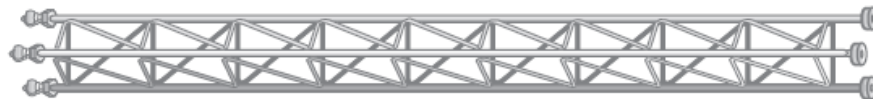


Figura 24. Tramo intermedio torreta.

- Tramo superior

Constituido por tres tubos principales de acero ST 37-2 de 30 mm de diámetro exterior por 2 mm de espesor, y un entramado de varillas transversales de acero F-6120 de 10 mm de diámetro calibrado, todo ello con un acabado de zincado brillante ($10 \pm 1 \mu$ de espesor) + bicromatado + RPR y un peso total de 23.5 Kg. En la parte superior se tiene un sistema de arandelas para la sujeción del mástil. El tramo presenta una superficie enfrentada al viento de 0.50 m^2 [15].

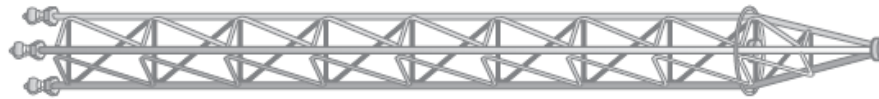


Figura 25. Tramo superior torreta.

- Mástil de 3m

Formado por un tubo de acero de 45 mm de diámetro exterior por 2 mm de espesor y un momento flector de 656.75 Nxm [14].



Figura 26. Mástil de 3 m.

- Placa base rígida

Es una base triangular de acero que fija la torreta a la cubierta del RITU, pues debe embutirse en una zapata de hormigón que irá incrustada en la parte alta del RITU.



Figura 27. Base torreta.

Debido al modelo de torreta empleado, no es necesario ningún tipo de arriostramiento para garantizar su estabilidad. Las antenas se situarán en el mástil separadas entre sí 1 m

de distancia, colocando en la parte superior la antena UHF tipo L, a continuación la antena DAB y en la parte inferior la antena FM.

Cabe destacar, que las dimensiones y diseño final de la zapata de hormigón deben ser fijadas por el arquitecto, teniendo en cuenta los esfuerzos y momentos máximos que debe aguantar el sistema, considerando una velocidad de viento de 130 Km/h, ya que el sistema se encuentra a menos de 20 m de altura. y que se indican a continuación:

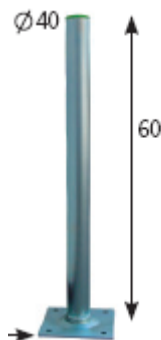
- Carga vertical sobre la base: 1810 N
- Carga horizontal sobre la base: 1491 N
- Momento máximo soportado en la base: 4218 Nxm

No obstante, para enriquecer el proyecto técnico, se dimensiona dicha zapata en el apartado 6.3. “*Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal terrenal*” del documento adjunto ANEXO, a pesar de no ser necesario, dando como resultado una zapata de hormigón de dimensiones **90 x 90 x 70 cm** (ancho x largo x alto).

Soportes para la instalación de las antenas receptoras de señales RTV terrenales

Al igual que ocurriría con las antenas receptoras de la señal de satélite, no es cometido de este proyecto técnico la instalación de los soportes, pero sí prever puntos de anclaje de los mismos en la cubierta del RITU. Los soportes de las antenas receptoras que irán anclados a los puntos de anclaje previstos son:

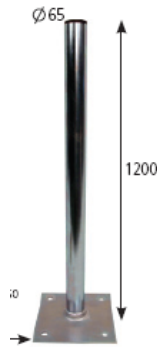
- Soporte tipo pie de 66 cm para la antena de diámetro 100 cm (Hispasat).



Es un soporte con base cuadrada, con cuatro orificios por donde fijarlo a los puntos de anclaje, es fácil de instalar y se compone de materiales resistentes en ambientes y temperaturas extremas, tiene 66 cm de longitud y 40 cm de diámetro exterior.

Figura 28. Soporte parabólica Hispasat.

- Soporte tipo pie de 120 cm para la antena de diámetro 130 cm (Astra).



Es un soporte con base cuadrada, con cuatro orificios por donde fijarlo a los puntos de anclaje, es fácil de instalar y se compone de materiales resistentes en ambientes y temperaturas extremas, tiene 120 cm de longitud y 65 cm de diámetro exterior.

Figura 29. Soporte paraboloidal Astra.

Los puntos de anclaje deben embutirse en unas zapatas de hormigón que irán incrustadas en la parte alta del RITU, cuyas dimensiones y diseños finales deben ser fijadas por el arquitecto, teniendo en cuenta los esfuerzos y momentos máximos que deben aguantar los sistemas, considerando una velocidad de viento de 130 Km/h, ya que los sistemas se encuentran a menos de 20 m de altura. y que se indican a continuación:

- Momento máximo soportado en la base de la antena del Astra: 1705 Nxm
- Momento máximo soportado en la base de la antena del Hispasat: 505 Nxm

No obstante, para enriquecer el proyecto técnico, se dimensionan dichas zapatas en el apartado 6.7. “*Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal de satélite*” del documento adjunto ANEXO, a pesar de no ser necesario, dando como resultado unas zapatas de hormigón de dimensiones:

- Antena paraboloidal Astra: **62 x 62 x 70 cm** (ancho x largo x alto).
- Antena paraboloidal Hispasat: **31 x 31 x 70 cm** (ancho x largo x alto).

Los conjuntos zapata-soporte se colocarán adecuadamente para no entorpecer la orientación de las antenas paraboloidales, indicando el emplazamiento exacto en el plano de instalaciones de servicios de ICT en planta cubierta (plano 4.2.2.C).

b) Características de los elementos activos

Amplificadores UHF

Para la amplificación de las señales recibidas en la banda UHF (470 – 862 MHz), correspondiente a la televisión analógica y digital terrenal, se seleccionan amplificadores UHF comerciales, en concreto se presentan modelos de la empresa Televés como punto de referencia.

Para los canales 29, 48, 51, 54, 56, 58, 61 y 63, se opta por amplificadores UHF monocanal comerciales del modelo 5086, que presenta una ganancia de 50 dB y una tensiones máximas de salida analógica y digital de 125 dBμV y 118 dBμV,

respectivamente. No obstante, para evitar posibles interferencias entre los canales analógicos 30 y 64 con los digitales adyacentes 29 y 63, se eligen dos amplificadores comerciales monocanal selectivos de alta ganancia de la clase 5098, con una ganancia de 55 dB. El grupo de canales digitales del 66 al 69 se amplifica por grupo mediante un amplificador multicanal de cuatro canales del también modelo 5086.

Todos los módulos amplificadores incorporan sistema “Z” de autoseparación de entrada y automezcla de salida, se instalan, junto con la fuente de alimentación, formando un bloque. La conexión entre los módulos y la fuente con éstos, se realiza mediante puentes cableados con conectores adecuados. En las Tablas 56 y 57 se recogen los datos técnicos de todos los amplificadores seleccionados:

Referencias		5086						
Ancho de banda	MHz	8	16	24	32	40	48	56
Nº de canales		1	2	3	4	5	6	7
Banda		UHF						
Rango de frec.		470-862						
Ganancia	dB	50						
Tensión de salida analógica	dBµV	125	115	114	113	112	112	111
Tensión de salida digital		118	113	111	108	107	104	102
Norma		EN 50083-5						
Figura de ruido	dB	<9						
Margen de regulación		30						
Margen de actuación CAG		-						
Rechazo entre canales		20 (n±2)			15 (n±2)		11 (n±2)	
Planicidad		<3						
Consumo a 24 Vdc	mA	90±5						
Alim. Previos (24 Vdc)		100						
Dimensiones	mm	35x197x83						

Tabla 56. Características amplificadores UHF monocanal y multicanal.

Referencias		5098
Ancho de banda	MHz	8
Nº de canales		1
Banda		UHF
Rango de frec.		470-862
Ganancia	dB	55
Tensión de salida analógica	dBµV	125
Tensión de salida digital		118
Norma	EN 50083-5	
Figura de ruido	dB	<11
Margen de regulación		>30
Margen de actuación CAG		-
Rechazo entre canales		18(n±1) 50(n±2)
Planicidad		<2
Consumo a 24 Vdc	mA	90±5
Alim. Previos (24 Vdc)		100
Dimensiones	mm	35x197x83



Figura 30. Amplificador UHF.

Tabla 57. Características amplificador UHF monocanal selectivo.

Amplificador FM y DAB

Se eligen amplificadores FM y DAB comerciales, de la empresa Televés, para la banda FM y DAB respectivamente. Sus características se presentan en la Tabla 58:

Referencias		5082	5099
Ancho de banda	MHz	20.5	37
Nº de canales		1	1
Banda		FM	DAB
Rango de frec.	MHz	87.5-108	195-232
Ganancia	dB	30	45
Tensión de salida analógica	dBµV	114	-
Tensión de salida digital		-	114
Norma		EN 50083-5	DAB
Figura de ruido	dB	<9	
Margen de regulación		>35	
Rechazo entre canales		30*	>20(n±2)
Planicidad		<3	
Consumo a 24 Vdc	mA	65±5	90±5
Alim. Previos (24 Vdc)		100	
Dimensiones	mm	35x197x83	

Tabla 58. Características amplificadores FM y DAB.

Amplificador FI

Al igual que ocurría con las antenas receptoras de la señal de satélite y sus respectivos soportes, no es cometido de este proyecto técnico la instalación de los amplificadores para las señales recibidas provenientes de satélite, pero sí establecer la previsión para incorporar dichas señales con posterioridad. Por tanto, los amplificadores FI presentados es un material recomendado, y no preceptivo.

Para amplificar las señales provenientes de los satélites Astra e Hispasat se recomiendan dos amplificadores FI iguales, en concreto el modelo 5080 de la empresa Televés, de rango de frecuencias 950-2150 MHz, tras cada una de las antenas parabólicas receptoras de las señales provenientes del satélite Astra e Hispasat.

Referencias		5080
Entradas/salidas		2-1
FI		
Rango de frec.	MHz	950-2150
Ganancia	dB	35...50
Ecualizador		0-12
Atenuador		0-20
Nivel de salida DIN VDE0855/12	dB μ V	124
Figura de ruido	dB	<12.5
MATV		
Rango de frec.	MHz	47-862
Pérdidas de inserción	dB	<1.5
General		
Consumo (24 Vdc)	mA	130
Máx. Alim. LNB		400
Dimensiones	mm	35x197x83

Tabla 59. Características amplificador FI.



Figura 31. Amplificador FI.

Fuente de alimentación

Dados los consumos de los diferentes amplificadores, salvo los FI, y el número de los mismos, es necesario sólo una fuente de alimentación del modelo 5498 de la compañía Televés, capaz de dar hasta 2.5 A de corriente máxima de salida para una tensión de 24 V, tensión a la que trabajan los amplificadores citados.

Referencias		5029*					5498
Tensión de entrada	Vac	230 \pm 15					
Frecuencia	Hz	50/60					
Tensión de salida	Vdc	24	18	15	5	24	
Corriente máx. salida	A	0.55	0.8	4.2	6.6	2.5	
Potencia máx. salida	W	13.2	14.4	63	33	60	
Dimensiones	mm	56x197x163					55x197x83

Tabla 60. Características fuente de alimentación.



Figura 32. Fuente de alimentación.

Cofre almacenamiento amplificadores

Los módulos de amplificadores se instalan conjuntamente en un mismo armario, de material plástico y metálico con puertas transparentes que permiten visualizar de forma rápida y sencilla los leds de funcionamiento de los amplificadores. Se necesita un cofre que al menos soporte trece módulos de amplificación, correspondientes a los de las señales RTV terrenales, se opta por el cofre T03/T05 (14M + A) de la empresa Televés, capaz de almacenar hasta 14 amplificadores más la fuente de alimentación.



Figura 33. Cofre para amplificadores.

c) Características de los elementos pasivos

Para la distribución de la señal RTV terrenal, y a su vez, establecer la previsión de la señal por satélite, son necesarios los siguientes elementos pasivos:

Mezclador

A cada vivienda del conjunto residencial llegan dos cables coaxiales con la mezcla de las señales de RTV recibidas en los sistemas de captación, provenientes de emisiones terrenales y previsión de los satélites Astra e Hispasat. Esta mezcla se realiza en el equipamiento de cabecera, tras la amplificación de las señales en cuestión, necesitando para ello, un mezclador comercial de tres entradas y dos salidas, teniendo como entradas la señal de RTV terrenal (MATV), y las del satélite Astra (FI1) e Hispasat (FI2), y dando como resultado las dos mezclas, FI1 + MATV y FI2 + MATV. Como material de referencia se opta por el modelo 7407 de la empresa Televés.



Figura 34. Mezclador.

Referencias			7407
Margen de frecuencias	MHz		5-2400
Bandas mezcladas			MATV-FI
Número de entradas			FI1 - FI2 - MATV
Número de salidas			FI1+MATV - FI2+MATV
Pérdidas de inserción	MATV	dB	< 4
	FI		< 2
Rechazo MATV-FI		dB	> 20
Entradas con paso DC			2 (FI1 y FI2)

Tabla 61. Características del mezclador.

Derivador

Las señales de RTV transmitidas por los dos cables coaxiales procedentes del equipamiento de cabecera, se derivan desde la red de distribución, mediante dispositivos derivadores, hacia cada una de las viviendas. Según el diseño de la ICT, son necesarios derivadores comerciales de dos y cuatro salidas, de diversos tipos, según pérdidas de derivación y de paso. Como referencia se seleccionan los derivadores de la empresa Televés, mostrando sus especificaciones a continuación:



Figura 35. Derivador.

- Derivadores de 2 salidas

Referencias		5130	5131	5132	5133	5134
Nº de direcciones		2				
Tipo		TA	A	B	C	D
Planta		1	2...3	4	5...7	8...10
Pérdidas de inserción	MATV	dB	2.5	1.2	1.5	1
	FI		2.6	2	1.5	1.5
Pérdidas derivación	MATV	dB	12	15	18	23
	FI		12	15	19	23
Rechazo salida-derivación	MATV	dB	> 32	> 27	> 35	> 42
	FI		> 25	> 24	> 30	> 35
Rechazo entre derivaciones	MATV/FI	dB	> 30			

Tabla 62. Tipo de derivadores de dos salidas.

- Derivadores de 4 salidas

Referencias			5141	5142	5143	5144	5145	
Nº de direcciones			4					
Tipo			TA	A	B	C	D	
Planta			1	2...3	4...6	7...8	9...10	
Pérdidas de inserción	MATV	dB	4.5	2.3	1.5	1	1	
	FI		5	3.4	2.5	2	1.5	
Pérdidas derivación	MATV		12	16	19	24	28	
	FI		12	16	20	24	29	
Rechazo salida-derivación	MATV		> 50	> 35				
	FI		> 30					
Rechazo entre derivaciones	MATV/FI	dB	> 25		> 20			

Tabla 63. Tipo de derivadores de cuatro salidas.

Distribuidor

Los distribuidores se pueden encontrar en dos modalidades, sólo distribuidor ó distribuidor + PAU, en este proyecto técnico, ambas son necesarias, pues los distribuidores se necesitan en cabecera para reproducir e introducir las salidas del mezclador en cada uno de los cuatro ramales de distribución (red de distribución), y el distribuidor + PAU se precisa en el interior de cada vivienda para que el usuario pueda seleccionar uno de los dos cables coaxiales que llegan, según la señal que desee recibir, y distribuirlo a las tomas de usuario del interior de la vivienda.

Por tanto, se seleccionan dos distribuidores de cuatro salidas para el equipamiento de cabecera, y 34 distribuidor + PAU de cinco salidas, ya que el número de tomas de usuario por vivienda es cinco. En ambos casos, los distribuidores son comerciales, pero como referencia se opta por los de la empresa Televés.

- Características de sólo distribuidores



Figura 36. Distribuidor de cuatro salidas.

Referencias			5150	5151	5152	5153	7441	7406
Banda		MHz	5 – 2400				5 – 2300	
Número de salidas			2	3	4	5	6	8
Pérdidas de inserción	MATV	dB	4	7	7.5	10	12	13
	FI		5	9	10	12	16	18
Rechazo entre salidas	MATV	dB	> 20				> 17	> 18
	FI							
Paso DC salida-entrada máx.		A	1					

Tabla 64. Características del distribuidor según número de salidas.

- Características de distribuidores + PAU



Figura 37. Distribuidor de cinco salidas + PAU.

Referencias			5154	5160	5161
Banda		MHz	5 - 2400		
Número de salidas			4	5	7
Pérdidas de inserción	MATV	dB	7.5	10	12
	FI		9.5	12	14
Rechazo entre salidas	MATV	dB	> 20		
	FI				
Paso DC salida-entrada máx.		A	1		

Tabla 65. Características del distribuidor + PAU.

BAT

En las tomas de usuario se instalan separadoras comerciales de dos salidas, una para las señales RTV terrenales (TV/R) y otra para las procedentes de satélite (SAT). En la Tabla 66 se recogen sus especificaciones:

Referencias			Toma puenteada final		Separadoras - 2 salidas			
			5270		5232		5226	
Pérdidas en derivación (dB)	Bandas		TV	R	TV	R	TV/R	SAT
	Retorno	5-47	<1	<1	<1	-	0.6	-
	BI	47-68	<1	<1	<1	-	0.6	-
	Sub Banda	68-89	<1	<1	<1	-	0.6	-
	FM	88-108	<1	<1	-	3	0.6	-
	S Baja	104-174	<1	<1	<1	-	0.6	-
	BIII/DAB	174-230	<1	<1	<1	-	0.6	-
	S. Alta Hperb.	230-446	<1	<1	<1	-	0.6	-
	UHF	470-862	<1	<1	<1	-	0.6	-
	FI - SAT	950-2150	-	-	-	-	-	1.5
		2150-2400	-	-	-	-	-	-
	Paso DC (350mA)		Si		SAT → IN			
	Pérdidas paso (dB)	MATV	-		-			
		FI SAT						

Tabla 66. Características del BAT de RTV.



Figura 38. BAT de RTV.

Cable

El cable coaxial necesitado en toda la instalación será del modelo T100 de la empresa Televés, por ser el cable comercial de referencia entre los instaladores, en concreto, se selecciona para este proyecto, la referencia 2151 dentro del modelo T100. Su atenuación a diferentes frecuencias y resto de características se muestran a continuación:

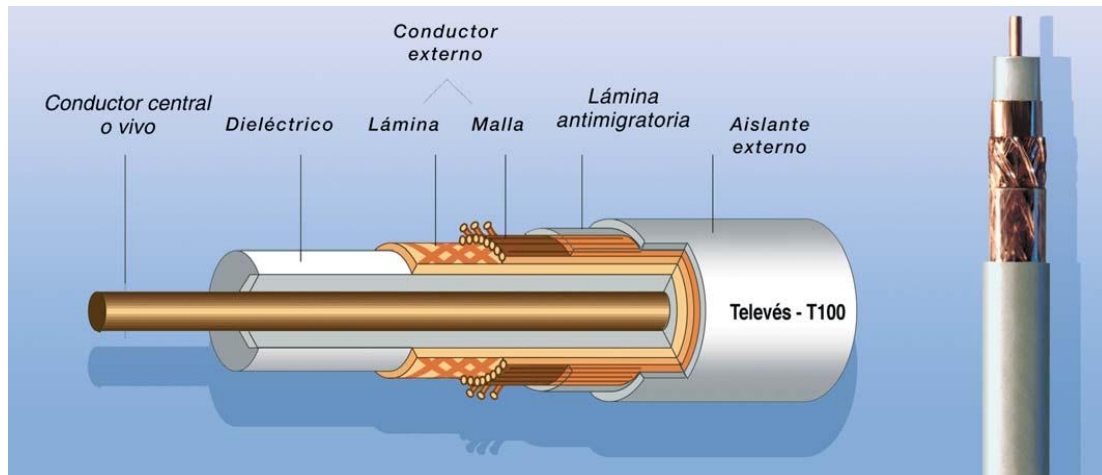


Figura 39. Cable coaxial T100.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.- CABLE COAXIAL T100											
Referencias			2141	4357	2147	2155	2158	2150	4358	2151	
Conductor central	diámetro Ø (mm)		1.13							1.12	
	Material		cobre								
	resistencia (Ω / Km)		20				18		20		
Material del dieléctrico	Material		polietileno expando								
Lamina de blindaje	composición		cobre + poliéster				Al + poliéster + Al		cobre + poliéster		
Malla	material		cobre				Al		cobre		
	resistencia (Ω / Km)		20				40		21		
Lamina anti-migratoria			si								
Vaselina de estanqueidad			no								
Cubierta exterior	diámetro Ø (mm)		6.6								
	color		blanco		negro		blanco				
	material		PVC		PE		PVC		LSFH		
Radio mínimo de curvatura	mm		33								
RFI (EN50117)	%		>75								
Impedancia	Ω		75								
Metros / carrete	M		100	250	100	100	250	100	250	100	
Atenuaciones											
Frecuencia (MHz)	200	dB/100m	8				8		7		
	500		12				13		12		
	800		15				16		15		
	1000		18				19		17		
	1350		21				22		20		
	1750		24				25		23		
	2050		27				28		25		
	2150		27				29		26		
	2300		28				30		27		
Observaciones											
Sheath	Use	Acrónimos									
PVC PE LSFH	uso interior uso exterior uso interior especial	AI :aluminio PVC: cloruro de polivinilo					PE: polietileno LSFH : Low Smoke Free Hallogen				

Tabla 67. Características del cable coaxial T100.

4.3.1.B Telefonía disponible al público

a) Características de los cables.

Se utilizan cables de telefonía comerciales formados por pares trenzados con conductores de cobre electrolítico puro de calibre no inferior a 0,5 mm de diámetro, que cumplan con los requisitos eléctricos especificados en el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril. Los cables elegidos son de la compañía Televis, pues cumplen las especificaciones fijadas en la normativa. A continuación se muestra las características del cable según la red en la que se use:

- Red de Distribución:

Para esta red, los cables empleados son de 25 pares, y para ello se selecciona el modelo 2176 de Televis.



Figura 40. Cable normalizado de 25 pares.

Referencias		2176	2177	2178	2179
Nº de pares		25	50	75	100
Características mecánicas					
Diámetro conductor	mm	>0.5 <0.6			
Material aislador conductor		PVC			
Material cubierta exterior		PVC			
Espesor cubierta exterior	mm	1.2			
Material lámina		Al + Poliéster			
Espesor lámina	mm	0.07			
Ancho cinta de atado		>3			
Separación de atado		-	130		
Separación trenzado		<55			
Características eléctricas					
Resistencia óhmica	Ω/Km	<98			
Resistencia de aislamiento	M/m	<1000			
Rigidez dieléctrica entre conductores	AC	Vac	>350		
	DC	Vdc	>500		
Rigidez dieléctrica núcleo pantalla	AC	Vac	>1000		
	DC	Vdc	>1500		
Capacidad mutua	nF/Km	<100			

Tabla 68. Características del cable normalizado de 25 pares.

- Red de Dispersión

En este caso, los cables usados son de 2 pares, eligiéndose el modelo 2171 de Televés.

Referencias			2170	2171
Nº de pares			1	2
Características mecánicas				
Diámetro conductor		mm	>0.5 <0.6	
Material aislador conductor			PE	
Material cubierta exterior			PVC	
Espesor cubierta exterior		mm	0.7	
Separación trenzado			<45	<55
Características eléctricas				
Atenuación	Z=600	800 Hz	dB/Km	1.7
		1500 Hz		1.8
		3000 Hz		2.3
	Z=120	96 KHz		9
		1MHz		24
Resistencia óhmica			Ω/Km	<98
Resistencia de aislamiento			M/m	>1000
Rigidez dieléctrica entre conductores		AC	Vac	>350
		DC	Vdc	>500
Capacidad mutua			nF/Km	<100

Tabla 69. Características del cable de 2 pares.

- Red Interior de Usuario

Por último, para esta red los cables son de 1 par, siendo seleccionados los de referencia 2170 de Televés.

Referencias			2170	2171
Nº de pares			1	2
Características mecánicas				
Diámetro conductor		mm	>0.5 <0.6	
Material aislador conductor			PE	
Material cubierta exterior			PVC	
Espesor cubierta exterior		mm	0.7	
Separación trenzado			<45	<55
Características eléctricas				
Atenuación	Z=600	800 Hz	dB/Km	1.7
		1500 Hz		1.8
		3000 Hz		2.3
	Z=120	96 KHz		9
		1MHz		24
Resistencia óhmica			Ω/Km	<98
Resistencia de aislamiento			M/m	>1000
Rigidez dieléctrica entre conductores		AC	Vac	>350
		DC	Vdc	>500
Capacidad mutua			nF/Km	<100

Tabla 70. Características del cable de 1 par.

b) Características de las regletas.

Se emplean regletas de conexión comerciales formadas por un bloque de material aislante provisto de un número variable de terminales que cumplan con las especificaciones marcadas por el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, como por ejemplo, la resistencia a la corrosión de los elementos metálicos o la resistencia de aislamiento entre contactos. En este proyecto se eligen las regletas de la compañía Televés, pues cumplen las especificaciones fijadas en la normativa.

- Regletas de salida Punto de Interconexión

En el punto de interconexión las regletas utilizadas son de 10 pares (referencia 2172).



Figura 41. Regleta de 10 pares.

El sistema de conexión será por desplazamiento de aislante y la conexión se realizará mediante herramienta especial. Para facilitar la instalación de las regletas se colocan en un soporte especializado como se muestra en la Figura 42:

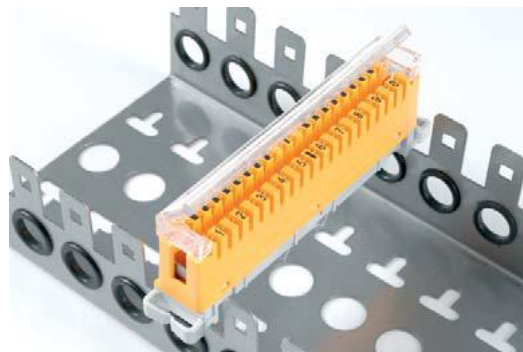


Figura 42. Soporte para regletas de 10 pares.

En la Tabla 71 se presentan las características de las regletas:

Referencias		2172	2173
Nº de pares		10	5
Resistencia aislamiento entre contactos	MΩ	>10 ⁶	
Resistencia de contacto	MΩ	<10	
Rigidez dieléctrica	(Vef. CA)	>1000	
		>1500	
Resistencia anticorrosión		UNE 2050-2-11	

Tabla 71. Característica de las regletas de 10 pares.

Como se observa, la resistencia a la corrosión de los elementos metálicos cumple con la norma UNE 2050-2-11 que dicta la normativa ICT. El resto de especificaciones también se cumplen.

- Regletas Punto de Distribución

En el punto de distribución las regletas son de 5 pares (referencia 2173).



Figura 43. Regleta de 5 pares.

El sistema de conexión será por desplazamiento de aislante, la conexión se realizará mediante herramienta especial o sin ella. Para facilitar la instalación de las regletas se colocan en un soporte especializado como el que se muestra en la Figura 44:



Figura 44. Soporte para regletas de 5 pares.

A continuación se muestra en la Tabla 72 las características de las regletas:

Referencias		2172	2173
Nº de pares		10	5
Resistencia aislamiento entre contactos	MΩ	>10 ⁶	
Resistencia de contacto	MΩ	<10	
Rigidez dieléctrica	(Vef. CA)	>1000	
		>1500	
Resistencia anticorrosión		UNE 2050-2-11	

Tabla 72. Característica de las regletas de 5 pares.

Como se observa, la resistencia a la corrosión de los elementos metálicos cumple con la norma UNE 2050-2-11 que dicta la normativa ICT. El resto de especificaciones también se cumplen.

c) Características del PAU.

Se utiliza un PAU comercial que cumpla con las características técnicas dispuestas en el anexo I (apartado 1.B) del Real Decreto 2304/1994 de 2 de diciembre. En concreto, el PAU a instalar en el registro de terminación de red de TB será de 2 líneas, de forma que por un lado se conectará el cable de 2 pares de la red de dispersión, y por otro, los cables de 1 par que forman la red interior de usuario y unen el PAU con los diferentes BAT. En este proyecto técnico, el PAU elegido es de la compañía Televés (referencia 5415) porque cumple las especificaciones fijadas en la normativa.



Figura 45. PAU de 2 líneas.

d) Características del BAT.

Se emplea una BAT comercial equipada de conector hembra tipo Bell de 6 vías, que cumpla lo especificado en el Real Decreto 1376/89, de 27 de octubre. Se instala empotrada en la pared, y es el punto de conexión de los terminales telefónicos.



Figura 46. BAT telefónico.

4.3.1.C Infraestructura

En este apartado se especifican las características, según la normativa, que deben cumplir los materiales que componen la infraestructura de obra civil, para ser considerados como apropiados.

a) Características de las arquetas

Tanto la arqueta de entrada como los registros secundarios de cambio de dirección, también arquetas, tienen que reunir las siguientes determinaciones:

- Tapa con resistencia mínima de 5 kN.
- Grado de protección IP55.
- Cierre de seguridad.
- Dos puntos para tendido de cables en paredes opuestas a las entradas de conductos situados a 150 mm del fondo.

b) Características de las canalizaciones

Cuando las canalizaciones se materializan mediante tubos, como es el caso, deben satisfacer las especificaciones siguientes:

- Material plástico no propagador de la llama, también podrán ser metálicos resistentes a la corrosión para la canalización de enlace.
- Los de las canalizaciones externa, de enlace y principal tendrán pared interior lisa.
- Los tubos vacíos dispondrán de guía de alambre o cuerda plástica, sobresaliendo 200 mm en los extremos.
- Según el montaje, deben cumplir unas características mínimas. En el proyecto, todas las canalizaciones son subterráneas, salvo la canalización interior de usuario con montaje empotrado.

Característica	Tipo de tubo		
	Montaje superficial	Montaje empotrado	Montaje enterrado
Resistencia a la compresión	$\geq 1250 \text{ N}$	$\geq 320 \text{ N}$	$\geq 450 \text{ N}$
Resistencia al impacto	$\geq 2 \text{ Joules}$	$\geq 1 \text{ Joule para } R = 320 \text{ N}$ $\geq 2 \text{ Joule para } R \geq 320 \text{ N}$	$\geq 15 \text{ Joules}$
Temperatura de instalación y servicio	$-5 \leq T \leq 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$-5 \leq T \leq 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$-5 \leq T \leq 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	Protección interior y exterior media	Protección interior y exterior media	Protección interior y exterior media
Propiedades eléctricas	Aislante	-	-
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	No propagador	

Tabla 73. Características a cumplir por los tubos.

- Los tubos que cumplan la norma UNE EN 50086, obedecen las características anteriores.

c) Instalación y ubicación de los diferentes equipos en el RITU

Al detallar la ubicación del equipamiento del RITU, se habla de pared izquierda, derecha y del fondo, tomando como punto de referencia mirar hacia el interior del recinto desde la puerta de acceso.

Pared izquierda: se instala el registro principal de TB + RDSI y se coloca a media altura una toma de corriente.

Pared derecha: se reserva espacio suficiente para el registro principal de TLCA y SAFI y se coloca una base de enchufe a media altura.

Pared del fondo: se instala en la esquina superior izquierda el cuadro de protección, y se reserva espacio para otros dos posibles cuadros más, se coloca una base de enchufe a media altura en la parte izquierda y otra en la parte derecha para alimentar las cabeceras de RTV. El equipo de cabecera se distribuye de forma que en la mitad inferior de la pared se instalan los elementos de RTV terrestre y se reserva el resto de la mitad superior para los componentes de la televisión por satélite. A continuación se muestra un ejemplo de cómo podría quedar distribuida esta pared, si estuviesen instalados los elementos de la televisión por satélite:

El recinto de instalaciones de telecomunicaciones único dispone del siguiente equipamiento:

- Registro Principal de TB + RDSI
- Amplificador FM
- Amplificador DAB
- 8 Amplificadores UHF monocal
- 2 Amplificadores UHF selectivos
- Amplificador UHF multicanal
- Mezclador MATV-FI
- 2 Distribuidores de 4 salidas
- Cuadro de protección
- 4 bases de enchufe
- Sistema de puesta a tierra
- Canales horizontales para el tendido de los cables
- Alumbrado normal y de emergencia
- Placa identificativa de la instalación

La organización de estos elementos se muestra en el esquema 4.2.3.E.

d) Características de los registros principal, secundario, de paso, terminación de red y toma

Registro principal

Se selecciona los registros principales que cumplan con la norma UNE 20451 o UNE EN 50298 y tengan el siguiente grado de protección:

		Interior	Exterior
UNE EN 60529	1ª cifra	3	5
	2ª cifra	X	5
UNE EN 50102	IK	7	10

Tabla 74. Grado de protección del registro principal.

Registro secundario

En este proyecto técnico, los registros secundarios se instalan empotrados en la fachada de las viviendas. Para garantizar la aprobación de la normativa, se instala una caja empotrada en la fachada con su correspondiente tapa con un grado de protección IP 55.10, según EN 60529, y un grado IK.7, según UNE EN 50102.

Registro de paso

Para realizar la función de registro de paso se opta por utilizar cajas con tapa plástica o metálica, las cuales deben cumplir la norma UNE 20451 o la UNE EN 50298, y tener

un grado de protección IP 33, según EN 60529, y un grado IK.5, según UNE EN 50102. Se los registros principales que cumplan con la norma UNE 20451 o UNE EN 50298 y tengan el siguiente grado de protección.

Registro de terminación de red

La única diferencia respecto al registro de paso, es que sólo se admiten cajas que satisfagan la norma UNE 20451, no se incluye la norma UNE EN 50298.

Registro de toma

Los requisitos son los mismos que en el caso del registro de terminación de red.

e) Compatibilidad electromagnética

El conjunto residencial incorporará una red general de equipotencialidad unida a tierra, cuyo valor no será superior a $10\ \Omega$. El RITU dispondrá de su propio sistema de puesta a tierra, al que se conectarán los dispositivos que lo precisen, así como soportes, bandejas y demás elementos metálicos, decir que este sistema se unirá a la tierra general de la urbanización.

4.4 PRESUPUESTO

En este apartado se presupuesta la instalación completa de la ICT, dividiendo el total en dos presupuestos parciales, por un lado la adquisición de los materiales necesarios y por otro la mano de obra. Se consultan los catálogos de diferentes empresas de distribución de materiales de instalación para alcanzar un presupuesto realista, sin embargo, se consiguen pocos precios, por tanto, muchos de los valores mostrados son una mera aproximación al valor real de mercado.

MATERIAL	NUM. UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL (€)
Antena FM	1	20	20
Antena DAB	1	27	27
Antena UHF Tipo L	1	62	62
Tramo intermedio de torreta de 3m.	1	98	98
Tramo superior de torreta de 3m.	1	100	100
Mástil de acero de 3 m.	1	35	35
Base fija	1	15	15
Conjunto de anclajes	1	10	10
Amplificador FM	1	30	30
Amplificador DAB	1	36	36
Amplificador UHF monocanal	8	67	536
Amplificador UHF selectivo	2	78	156
Amplificador UHF multicanal	1	72	72
Fuente de alimentación	1	60	60
Cofre para amplificadores	1	10	10
Mezclador	1	5	5
Distribuidor de 4 salidas	2	6	12
Distribuidor de 5 salidas + PAU	34	10	340
Derivador Clase C de 4 salidas	2	8	16
Derivador Clase B de 4 salidas	6	8	48
Derivador Clase B de 2 salidas	2	7	14
Derivador Clase TA de 4 salidas	8	8	64
BAT RTV	170	2	340
Cable coaxial T100	1500 m	88€ / 100 m	1320
Impedancia de 75 Ω	12	0.15	1.8
Regleta de 10 pares	10	7	70
Regleta de 5 pares	27	5	135
PAU de 2 líneas	34	4	136
BAT Telefonía	170	2	340
Cable 25 pares	4 x 170 m	2	1360
Cable 2 pares	1 x 243 m	0.50	121.5
Cable 1 par	1 x 1.334 m	0.20	266.8
Arqueta de entrada	1	150	150

MATERIAL	NUM. UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL (€)
Tubo Ø63 mm	1 x 165 m	2	330
Tubo Ø50 mm	1 x 1.640	1.70	2788
Tubo Ø25 mm	1 x 759 m	1.50	1138.5
Tubo Ø20 mm	1 x 3.552	1.10	3907.2
Registro Principal TB + RDSI	1	120	120
Registro Secundario de cambio de dirección	9	110	990
Registro Secundario de segregación	9	130	1170
Registro de Paso Tipo A	3	20	60
Cuadro único que integra los Registros de Terminación de Red	34	70	2380
Registro de Toma	510	7	3570
PRESUPUESTO MATERIAL TORAL			22424.8 €

Tabla 75. Presupuesto de material.

INSTALACIÓN	NUM. UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Obra civil	4 hombres x 100 horas	30 € / hora hombre	12000
Red RTV	2 hombres x 70 horas	30 € / hora hombre	4200
Red Telefonía	2 hombres x 70 horas	30 € / hora hombre	4200
PRESUPUESTO INSTALACIÓN			20400 €

Tabla 76. Presupuesto instalación.

PRESUPUESTO PARCIAL	Material: 22424.8 €
	Instalación: 20400 €
PRESUPUESTO TOTAL	42824.8 €

Tabla 77. Presupuesto total.

5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

En el presente Proyecto Fin de Carrera se ha implementado una infraestructura común de telecomunicaciones en un conjunto residencial de viviendas unifamiliares de nueva construcción, permitiendo el acceso a los diferentes servicios de telecomunicación ofertados por los operadores, tales como telefonía básica y radiodifusión sonora y televisión terrenal, además, se establece la previsión adecuada para en un futuro incorporar las señales del servicio de telecomunicaciones de banda ancha así como la radiodifusión sonora y televisión por satélite.

Los resultados alcanzados son acordes a las exigencias marcadas por la normativa, por tanto, se está en disposición de entregar el proyecto técnico a la promotora para llevar a cabo la instalación.

Gracias al desarrollo e implementación del presente Proyecto, se han adquirido conceptos básicos del diseño y dimensionamiento de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones, permitiendo afrontar con posterioridad otros proyectos de ICT. Sin olvidar el manejo alcanzado a nivel usuario, de la herramienta AutoCad.

Como líneas futuras, se puede hablar de adaptar el Real Decreto 401/2003, de 4 de Abril, para ampliar la implantación de nuevos servicios o modificar los ya instaurados, debido a que el desarrollo tecnológico, proporciona un amplio abanico de nuevos servicios orientados al ámbito residencial, así como mejoras de los servicios ya instaurados, como por ejemplo, transmisión del servicio de telefonía mediante red de fibra óptica.

Debido a la aparición de la televisión digital terrestre (TDT), la antigua televisión analógica, conocida por todos, tiene sus días contados, es lo que se conoce como *apagón analógico*. Este puede ser un punto de partida en la reforma de la normativa, suprimiendo los apartados destinados a la televisión analógica. Como siguiente paso, se podría admitir la inclusión de nuevos servicios, describiendo el diseño y dimensionamiento de la ICT para su acceso. Se pueden destacar servicios tales como *videoportería*, que permitiría visualizar desde el interior de la vivienda quién desea acceder al inmueble, evitando muchas veces los dichos robos. A lo que sumar la emergente red de fibra óptica hasta la toma de usuario, que permitirá disfrutar de una gran variedad de servicios de banda ancha, internet, vídeos, televisión de alta calidad, etc.

6. ANEXO

6.1 Diseño de la red RTV terrenal y de satélite

(Ver esquema de principio de la instalación de Radiodifusión Sonora y Televisión, y plano de instalaciones de servicios de ICT en planta baja, esquema 4.2.3.B. y plano 4.2.2.A.)

El primer paso es determinar cómo se va a distribuir la señal de RTV terrenal y de satélite, es decir, cuántos ramales, constituyen la red de distribución, se precisan para entregar los niveles adecuados de señal a las tomas de usuario, así como el número y clases de derivadores necesarios a lo largo de la red para conectar las redes de distribución y dispersión. A priori, por la estructura triangular de la urbanización, se puede pensar en una distribución formada por tres ramales usando derivadores de dos salidas, pero tras realizar los cálculos de pérdidas necesarios, se comprueba que ésta no es la opción adecuada, pues las pérdidas superan los límites, el mismo resultado se obtiene si se usan derivadores de cuatro salidas en lugar de dos, o cuatro ramales con derivadores de dos salidas. Sin embargo, las pérdidas máximas no exceden si se consideran cuatro ramales con derivadores de cuatro salidas a lo largo de la red de distribución, por tanto, éste es el diseño de partida, al que habrá que darle forma con el número y clase de derivadores a utilizar, sin olvidar que el número de viviendas del complejo residencial no es múltiplo de cuatro, debido a que son 34, por tanto, en algún momento habrá que instalar un derivador de dos salidas.

El dimensionamiento mínimo de la ICT para el servicio de radiodifusión sonora y televisión terrenales y de satélite establece completar la instalación de captación, adaptación y distribución de las señales de RTV terrenales, y sólo la distribución de las señales de RTV de dos satélites, de manera que al punto de acceso de usuario de cada vivienda lleguen dos cables, con la mezcla de las señales terrenales y de los dos satélites, por consiguiente, se dimensiona el elemento mezclador para facilitar la incorporación futura a la red de distribución de las señales procedentes de los sistemas de captación y adaptación de señales de RTV por satélite. En conclusión, se diseña y dimensiona toda la red, salvo los sistemas de captación y adaptación de señales de RTV por satélite, que en el futuro conectarán sus señales a la entrada del mezclador. También destacar que al segmentar la red de distribución en cuatro ramales, son necesarios dos distribuidores de cuatro salidas, uno para cada salida del mezclador, replicando las dos mezclas realizadas (señal terrenal + FI₁ y señal terrenal + FI₂) en cuatro, y así distribuirlas por los cuatro ramales.

Cabe destacar que los cálculos se realizan para las señales por satélite, debido a que son señales que se distribuyen a mayor frecuencia (950 – 2150 MHz) que las terrenales (15 – 862 MHz), y por consiguiente, sufren mayor atenuación, que se traduce en mayores pérdidas, por tanto, esta opción es la correcta al ser más restrictiva.

¿Por qué se distribuyen las señales de satélite en la banda de 950 a 2150 MHz? Resulta que las frecuencias de transmisión del enlace descendente del satélite son muy altas, en concreto, la banda KU comprende desde 10.7 a 12.75 GHz, impidiendo la distribución de las señales por los cables coaxiales tras ser recibidas en las antenas, pues un cable coaxial no soporta frecuencias tan elevadas, por tanto, la solución es convertir estas frecuencias, mediante el dispositivo LNB ubicado en el foco de la antena, a una banda de frecuencias menores, tolerada por los cables coaxiales, denominada banda de frecuencia intermedia (FI). En el Reglamento de ICT, se especifica esta banda de FI desde 950 a 2150 MHz, solucionando así el problema de distribución por los cables coaxiales sin provocar solapamientos con el rango de frecuencias de las señales procedentes de emisiones terrenales, entre 15 y 862 MHz.

Para la emisión de señales de TV analógicas por satélite se emplea la modulación FM, mientras que para las digitales la modulación es QPSK. Según el Real Decreto 401/2003, se tiene que garantizar en la peor toma 47 dBμV, y no superar en la mejor 77 dBμV para ambas señales.

PARÁMETRO (Nivel de señal)	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 – 862 MHz	950 – 2150 MHz
Nivel AM- TV	dbμV	57 – 80	
Nivel 64QAM-TV	dbμV	45 – 70	
Nivel FM-TV	dbμV	47 – 77	
Nivel QPSK-TV	dbμV	47 – 77	
Nivel FM Radio	dbμV	40 – 70	
Nivel DAB Radio	dbμV	30 – 70	
Nivel COFDM-TV	dbμV	45 – 70	

Tabla 78. Niveles de señal en toma de usuario exigidos en el Reglamento.

Además, se establece un nivel máximo de salida del amplificador de cabecera según la banda de frecuencia de trabajo, como la señal procedente de satélite se distribuye por la ICT en la banda de frecuencia de 950 a 2150 MHz, el nivel máximo de salida de los amplificadores será 110 dBμV, según la Tabla 79:

PARÁMETRO	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 – 862 MHz	950 – 2150 MHz
Pérdida de retorno en equipos de mezcla tipo “Z”	dB	≥6	-
Pérdida de retorno en equipos sin mezcla	dB	≥10	≥6
Nivel máximo de trabajo/salida	dBμV	120	110

Tabla 79. Características técnicas a la salida del equipamiento de cabecera.

Hay que optimizar el uso de ramales, para lo se realiza un estudio de los factores que más determinan el número de viviendas a las que se les puede ofrecer servicio por

ramal. Para que un ramal pueda dar servicio a un número elevado de viviendas, es fundamental reducir las pérdidas de paso de los derivadores, pues afectan directamente al nivel de señal que llega a los derivadores siguientes, sin embargo, las pérdidas originadas desde el derivador hasta las tomas de usuario son inevitables, no se pueden reducir de ninguna manera. Por tanto, el grado de libertad se tiene para seleccionar el tipo y colocación de los derivadores. Viendo esto, una estrategia a seguir es colocar al principio del ramal, los derivadores con pérdidas de derivación altas y pérdidas de paso bajas, esto no perjudicaría la calidad de señal en las primeras tomas de usuario, debido a que al principio la potencia de señal es elevada, a la vez que no se pierde mucha señal para los siguientes derivadores, de este modo, se consigue no saturar la señal en la mejor toma de usuario, y que no se vea muy reducido el nivel de señal al paso del derivador. A continuación, se colocarían progresivamente los que menos pérdidas de derivación presenten, puesto que en las últimas viviendas el nivel de señal será bastante menor que al principio, pues arrastra pérdidas de los derivadores anteriores y del cable, y que más pérdidas de paso tengan, ya que al ser los últimos del ramal, las pérdidas no afectan a ningún otro derivador.

Como se ha dicho, a lo largo de la red de distribución se utilizan derivadores de cuatro salidas para conectar con la red de dispersión, derivando en cada uno de ellos las señales de RTV hacia las cuatro viviendas a las que proporcionen servicio, se cuenta con cinco modelos (TA, A, B, C, D), según pérdidas de derivación y de paso, cuyas características se pueden ver en el apartado 4.3.1.A.c. del Pliego de Condiciones del Proyecto Técnico.

A nivel de infraestructura, por simplificar la construcción, se coloca en el mismo sitio el dispositivo PAU + distribuidor de todas las viviendas, salvo de la 1 y 34, desde donde se reparte la señal que llega a la vivienda hacia las tomas de usuario. A su vez, el diseño de la infraestructura pasa por colocar cada cuatro viviendas, un registro secundario de cambio de dirección soterrado, para conducir la señal de RTV hacia un registro secundario de segregación empotrado en la fachada de las viviendas, donde se instalan los dos derivadores correspondientes, los cuales derivan las señales hacia los cuatro domicilios. Una vez derivadas, las señales vuelven al registro de cambio de dirección para continuar subterráneamente la distribución hacia las siguientes viviendas. El esquema siguiente muestra el conjunto formado por ambos registros, distanciados 300 mm.



Figura 47. Conjunto de registros secundarios.

Para los cálculos, los términos de pérdidas a considerar serán:

$P_{mez} = 2 \text{ dB};$	(Pérdidas de inserción del mezclador de cabecera)
$P_{dist4S} = 10 \text{ dB};$	(Pérdidas de inserción del distribuidor de 4 salidas de cabecera)
$P_{deriv4SdX};$	(Pérdidas de derivación del derivador de 4 salidas clase X)
$P_{deriv4SpX};$	(Pérdidas de paso del derivador de 4 salidas clase X)
$P_{PAU} = 12 \text{ dB};$	(Pérdidas de inserción del PAU+distribuidor de 5 salidas)
$P_{BAT} = 1.5 \text{ dB};$	(Atenuación del BAT)
$P_{cable};$	(Atenuación del cable a MHz x distancia de cable utilizado)

Dentro de cada vivienda, la atenuación fija en las tomas de usuario vendrá dada por las pérdidas del PAU + distribuidor de 5 salidas y el BAT, no se incluye las pérdidas del cable al depender de la distancia a la que se encuentre instalada cada toma.

$$P_{vivienda} = P_{PAU} + P_{BAT} = 13.5 \text{ dB}$$

A continuación se determinan a cuántos domicilios se les puede dar servicio con cada ramal, y el tipo de derivadores usado en cada caso, basando los cálculos en las pérdidas alcanzadas desde los amplificadores hasta las tomas de usuario. Destacar que en cada registro secundario de segregación se instalan dos derivadores iguales, debido a que se derivan las señales de los dos cables provenientes de cabecera, haciendo llegar dos cables al punto de acceso al usuario. En los cálculos siguientes, se habla por simplicidad, de un solo derivador, pero en todo momento son necesarios dos derivadores por cada uno de los obtenidos.

PRIMER RAMAL

Observando el plano, este primer ramal proporcionará servicio desde la vivienda 1 en adelante, es decir, vivienda 2, 3, etc., esta incertidumbre se debe a que a priori no se sabe cuántas viviendas pueden incluirse en el ramal, para determinarlo se calcula en qué vivienda se supera el límite de pérdidas, es decir, el número máximo de derivadores de cuatro salidas que se pueden concatenar garantizando una señal en la peor toma de 47 dB μ V, según el reglamento.

De acuerdo a lo comentado anteriormente, el primer derivador será el de mayores pérdidas de derivación y menores pérdidas de paso, siendo el derivador de clase D, cuyas pérdidas son:

$$\begin{aligned} P_{\text{derv4SdD}} &= 29 \text{ dB}; & (\text{Pérdidas de derivación del derivador de 4 salidas clase D}) \\ P_{\text{derv4SpD}} &= 1.5 \text{ dB}; & (\text{Pérdidas de paso del derivador de 4 salidas clase D}) \end{aligned}$$

Interesa que el nivel de trabajo/salida del amplificador de cabecera sea el mayor posible, para poder llegar con el mismo ramal a un mayor número de viviendas, así pues, a priori se considera el nivel máximo de salida, y se comprueba si se satura la mejor toma de usuario. Se entiende por mejor toma, la que menos pérdidas de señal presente, lo que depende de la distancia desde el amplificador, así como las pérdidas de derivación del derivador que le proporcione servicio, el resto de pérdidas son comunes al resto de tomas. Según el reglamento, en la mejor toma, el nivel de señal no puede superar 77 dB μ V, y partiendo de que a la salida del amplificador de cabecera se tiene el nivel máximo, 110 dB μ V, resulta que las pérdidas desde la salida del amplificador hasta dicha toma deben superar los 33 dB, en caso de no hacerlo, habría que reducir el nivel de salida del amplificador.

$$P_{\text{mínimas permitidas}} = 110 \text{ dB}\mu\text{V} - 77 \text{ dB}\mu\text{V} = 33 \text{ dB}; \quad (\text{Pérdidas mínimas permitidas})$$

La mejor toma de usuario de este primer ramal, corresponde al salón de la vivienda 2 ó 3, situada a 12 m de distancia del amplificador, el cálculo de pérdidas se realiza para 950 MHz, por ser la frecuencia a la que se tiene menos pérdidas, y por tanto, la más crítica en cuanto a saturación de señal.

$$P_{\text{mejor toma}} = P_{\text{mez}} + P_{\text{dist4S}} + P_{\text{derv4SdD}} + P_{\text{vivienda}} + P_{\text{cable}}; \quad (\text{Pérdida en la mejor toma})$$

Según las características del cable coaxial, disponibles en el apartado 4.3.1.A.c. del Pliego de Condiciones del Proyecto Técnico, la atenuación a 950 MHz es 0.17 dB/m.

$$P_{\text{mejor toma}} = 2 + 10 + 29 + 13.5 + 0.17 \cdot 12 \text{ (dB)} = 56.5 \text{ dB}$$

Como se puede ver, las pérdidas son mayores de 33 dB, por tanto, se considera a la salida del amplificador de cabecera el nivel máximo de señal de 110 dB μ V. A continuación se calcula el número máximo de derivadores de clase D que se puede tener a lo largo de la infraestructura, sin llegar a un nivel de señal inferior a 47 dB μ V en la peor toma, basándose en que las pérdidas desde la salida del amplificador hasta dicha toma no deben superar el límite de 63 dB.

$$P_{\text{máximas permitidas}} = 110 \text{ dB}\mu\text{V} - 47 \text{ dB}\mu\text{V} = 63 \text{ dB}; \quad (\text{Pérdidas máximas permitidas})$$

La peor toma en todas las viviendas, en cuanto a distancia, es la del dormitorio 3. Además, al cómputo de la longitud del cable hay que sumar $24n$ m (distancia entre registros de cambio de dirección) + $1n$ m (distancia en subir y bajar del registro secundario de cambio de dirección al registro secundario de segregación), donde n es el número de registros de cambio de dirección que se pasan, por lo que $n+1$ es el número total de registros admitidos en el ramal. En este caso, se trabaja con la frecuencia de 2150 MHz, al ser la que más atenuación sufre, y en consecuencia, ser la más restrictiva, según las características del cable coaxial, la atenuación a 2150 MHz es 0.26 dB/m.

$$P_{\text{máximas permitidas}} = P_{\text{mez}} + P_{\text{dist4S}} + P_{\text{derv4SdD}} + nP_{\text{derv4SpD}} + P_{\text{vivienda}} + P_{\text{cable}}$$

$$63 = 2 + 10 + 29 + 1.5n + 13.5 + 0.26 \text{ dB/m} * (31 + 25n)$$

$$63 = 62.7 + 8n \Rightarrow n = \frac{0.3}{8} = 0.04 \approx 0$$

Este resultado significa que sólo puede haber un derivador de clase D. Como ya se ha comentado, el siguiente derivador a colocar debe tener menos pérdidas de derivación, que de alguna manera, compense el cúmulo de pérdidas, consecuencia del paso por el derivador de clase D y la atenuación del cable, y así equilibrar el nivel de señal en las tomas de usuario, según la tabla de características de los derivadores, el adecuado es el de clase C, por tanto, se repiten los mismos pasos para calcular cuántos derivadores de esta clase se pueden colocar a lo largo del ramal, tras el de clase D.

$$P_{\text{derv4SdC}} = 24 \text{ dB}; \quad (\text{Pérdidas de derivación del derivador de 4 salidas clase C})$$

$$P_{\text{derv4SpC}} = 2 \text{ dB}; \quad (\text{Pérdidas de paso del derivador de 4 salidas clase C})$$

$$P_{\text{máximas permitidas}} = P_{\text{mez}} + P_{\text{dist4S}} + P_{\text{derv4SpD}} + P_{\text{derv4SdC}} + nP_{\text{derv4SpC}} + P_{\text{vivienda}} + P_{\text{cable}}$$

$$63 = 2 + 10 + 1.5 + 24 + 2n + 13.5 + 0.26 \text{ dB/m} * (50 + 25n)$$

$$63 = 64 + 8.5n \Rightarrow n < 0$$

Como se observa, las pérdidas superan las máximas permitidas, lo que significa que no se puede poner un derivador clase C, por tanto, se prueba con el siguiente de menos pérdidas de derivación, el de clase B.

$$P_{\text{derv4SdB}} = 20 \text{ dB}; \quad (\text{Pérdidas de derivación del derivador de 4 salidas clase B})$$

$$P_{\text{derv4SpB}} = 2.5 \text{ dB}; \quad (\text{Pérdidas de paso del derivador de 4 salidas clase B})$$

$$P_{\text{máximas permitidas}} = P_{\text{mez}} + P_{\text{dist4S}} + P_{\text{derv4SpD}} + P_{\text{derv4SdB}} + nP_{\text{derv4SpB}} + P_{\text{vivienda}} + P_{\text{cable}}$$

$$63 = 2 + 10 + 1.5 + 20 + 2.5n + 13.5 + 0.26 \text{ dB/m} * (51 + 25n)$$

$$63 = 60 + 9n \quad \Rightarrow n = \frac{3}{9} = 0.3 \approx 0$$

Respecto al derivador de clase B, decir que se puede colocar solamente uno, llevando hasta el momento un derivador de clase D y uno de clase B. Asimismo, se procede con el derivador de clase A, siguiente en la lista de derivadores, en cuanto a pérdidas de derivación.

$P_{\text{deriv4SdA}} = 16 \text{ dB};$ (Pérdidas de derivación del derivador de 4 salidas clase A)

$P_{\text{deriv4SpA}} = 3.4 \text{ dB};$ (Pérdidas de paso del derivador de 4 salidas clase A)

$$P_{\text{máximas permitidas}} = P_{\text{mez}} + P_{\text{dist4S}} + P_{\text{deriv4SpD}} + P_{\text{deriv4SpB}} + P_{\text{deriv4SdA}} + nP_{\text{deriv4SpA}} + P_{\text{vivienda}} + P_{\text{cable}}$$

$$63 = 2 + 10 + 1.5 + 2.5 + 16 + 3.4n + 13.5 + 0.26 \text{ dB/m} * (75 + 25n)$$

$$63 = 65 + 9.9n \quad \Rightarrow n < 0$$

Como se observa, las pérdidas superan las máximas permitidas, por consiguiente, no se puede poner un derivador clase A, y sólo queda probar con el de clase TA.

$P_{\text{deriv4SdTA}} = 12 \text{ dB};$ (Pérdidas de derivación del derivador de 4 salidas clase TA)

$P_{\text{deriv4SpTA}} = 5 \text{ dB};$ (Pérdidas de paso del derivador de 4 salidas clase TA)

$$P_{\text{máximas permitidas}} = P_{\text{mez}} + P_{\text{dist4S}} + P_{\text{deriv4SpD}} + P_{\text{deriv4SpB}} + P_{\text{deriv4SdTA}} + nP_{\text{deriv4SpTA}} + P_{\text{vivienda}} + P_{\text{cable}}$$

$$63 \text{ dB} = 2 + 10 + 1.5 + 2.5 + 12 + 5n + 13.5 + 0.26 \text{ dB/m} * (75 + 25n)$$

$$63 = 61 + 11.5n \quad \Rightarrow n = \frac{2}{11.5} = 0.17 \approx 0$$

Se admite únicamente un derivador de clase TA tras los derivadores de clase D y B. Finalmente, con este primer ramal, se consigue dar servicio desde la vivienda 1 a la 12. En la Tabla 80 se muestran las pérdidas en el mejor y peor caso de cada vivienda, considerando el mejor caso como las pérdidas en la mejor toma, la más cercana, a la menor frecuencia (950 MHz), y el peor caso como las pérdidas en la peor toma, la más alejada (dormitorio 3), a la mayor frecuencia:

VIVIENDA	PEOR TOMA A 2150 MHz (dB)	MEJOR TOMA A 950 MHz (dB)
1	62.6	58.2
2	59.4	56.5
3	59.4	56.5
4	61.0	57.6
5	60.3	54.5
6	58.7	53.5
7	58.7	53.5
8	60.3	54.5
9	58.4	51.4
10	58.4	51.4
11	60.0	52.4
12	61.5	53.4

Tabla 80. Pérdidas en toma de usuario, viviendas 1 a la 12.

Se observa como las pérdidas en el mejor y peor caso están dentro de lo permitido (33 – 63 dB). No obstante, las pérdidas en el peor caso para la primera vivienda están próximas al límite, mientras que en el resto no ocurre lo mismo, para solucionarlo, se cambia el primer derivador de clase D por uno de clase C, resultando los siguientes valores:

VIVIENDA	PEOR TOMA A 2150 MHz (dB)	MEJOR TOMA A 950 MHz (dB)
1	57.6	53.2
2	54.4	51.5
3	54.4	51.5
4	56.0	52.6
5	60.5	54.8
6	58.9	53.8
7	58.9	53.8
8	60.5	54.8
9	58.4	51.5
10	58.4	51.5
11	59.9	52.5
12	61.5	53.6

Tabla 81. Pérdidas modificadas en toma de usuario, viviendas 1 a la 12.

Ahora sí que están más equilibradas las pérdidas en las diferentes viviendas, en cuanto a los derivadores, se instalan dos de la clase C, B y TA, todos de cuatro salidas. Para el resto de ramales se procede de igual forma.

SEGUNDO RAMAL

Debido a la estructura de la urbanización, el segundo ramal sólo proporcionará servicio desde la vivienda 13 hasta la 18, ambas inclusive. Para alcanzar estas viviendas, se prolongan los dos cables coaxiales que transportan las señales de RTV desde la salida del distribuidor de cuatro salidas en el RITU, hasta el primer derivador que da servicio a dichas viviendas, atravesando los registros secundarios de cambio de dirección (arquetas) colocados para el primer ramal, sin pasar en ningún momento por los de segregación, por tanto, el enlace es directo sin intervenir los derivadores correspondientes al primer ramal. En este caso, el número de viviendas no es múltiplo de cuatro, debido a que el ramal lo componen seis domicilios, por tanto, se opta por un diseño de tres derivadores de dos salidas, o un derivador de dos salidas y uno de cuatro, en lugar de complicar el diseño del ramal incluyendo dos viviendas más, puesto que ya se sabía de antemano que en algún punto habría que colocar al menos un derivador de dos salidas.

Se analizan diferentes esquemas de montaje, el diseño del ramal sólo con derivadores de dos salidas, o primero el derivador de cuatro salidas y a continuación el de dos, o el diseño contrario, todos ellos combinando diferentes tipos de derivadores, llegando a la siguiente conclusión, primero se coloca un derivador de dos salidas, y después uno de cuatro, al tener el de dos salidas menos pérdidas de inserción. Los cálculos se realizan al igual que en el primer ramal, considerando por supuesto, la frecuencia de 2150 MHz, al ser la que más atenuación sufre.

Las pérdidas por la atenuación del cable son elevadas, debido a que la distancia entre el RITU y el derivador de dos salidas es grande, lo que limita la elección del tipo de derivadores de dos salidas a comenzar con el de clase B, a continuación se presentan los cálculos que refuerzan el resultado comentado.

$$P_{\text{derv2SdB}} = 19 \text{ dB}; \quad (\text{Pérdidas de derivación del derivador de 2 salidas clase B})$$

$$P_{\text{derv2SpB}} = 1.5 \text{ dB}; \quad (\text{Pérdidas de paso del derivador de 2 salidas clase B})$$

$$P_{\text{máximas permitidas}} = P_{\text{mez}} + P_{\text{dist4S}} + P_{\text{derv2SdB}} + nP_{\text{derv2SpB}} + P_{\text{vivienda}} + P_{\text{cable}}$$

$$63 \text{ dB} = 2 + 10 + 19 + 1.5n + 13.5 + 0.26 \text{ dB/m} * (68 + 25n)$$

$$63 = 62.18 + 8n \quad \Rightarrow n = \frac{0.82}{8} = 0.1 \approx 0$$

El resultado indica que sólo se permite colocar un derivador de dos salidas de clase B, el siguiente derivador ya es de cuatro salidas, y nuevamente, como consecuencia de las elevadas pérdidas, el único tipo de derivador de cuatro salidas permitido es el de clase TA.

$$P_{\text{máximas permitidas}} = P_{\text{mez}} + P_{\text{dist4S}} + P_{\text{derv2SpB}} + P_{\text{derv4SdTA}} + nP_{\text{derv4SpTA}} + P_{\text{vivienda}} + P_{\text{cable}}$$

$$63 \text{ dB} = 2 + 10 + 1.5 + 12 + 5n + 13.5 + 0.26 \text{ dB/m} * (92 + 25n)$$

$$63 = 62.92 + 11.5n \quad \Rightarrow n = \frac{0.82}{11.5} = 0.07 \approx 0$$

Se admite únicamente un derivador de clase TA tras el derivador de dos salidas de clase B. Finalmente, con este primer ramal, se consigue dar servicio desde la vivienda 1 a la 12. La Tabla 82 presenta las pérdidas en el mejor y peor caso de cada vivienda, considerando el mejor caso como las pérdidas en la mejor toma, la más cercana, a la menor frecuencia (950 MHz), y el peor caso como las pérdidas en la peor toma, la más alejada (dormitorio 3), a la mayor frecuencia:

VIVIENDA	PEOR TOMA A 2150 MHz (dB)	MEJOR TOMA A 950 MHz (dB)
13	62.2	54.5
14	61.9	54.7
15	62.9	53.5
16	61.4	52.4
17	61.4	52.4
18	62.9	53.1

Tabla 82. Pérdidas en toma de usuario, viviendas 13 a la 18.

Se observa que las pérdidas en las viviendas que forman el ramal están equilibradas, en cuanto a los derivadores, se instalan dos de la clase B (de dos salidas) y TA (de cuatro salidas).

TERCER RAMAL

Hasta el momento, con los dos primeros ramales se facilita el servicio de RTV a 18 viviendas, faltando únicamente 16 domicilios por dotar, correspondientes a uno de los lados del comentado “triángulo”. El RITU se ubica prácticamente en el punto medio de este lado, no obstante, no se puede suministrar el servicio a todas las viviendas con un solo ramal, debido al exceso de pérdidas, así pues, son necesarios dos ramales, haciéndose cargo cada uno, por simetría, de la mitad de viviendas, es decir, 8, por consiguiente, el tercer ramal proporcionará servicio desde la vivienda 26 hasta la 19

Al igual que en el primer ramal, se calcula el número máximo de derivadores de clase D que se puede tener a lo largo de la infraestructura, sin llegar a un nivel de señal inferior a 47 dBμV en la peor toma, basándose en que las pérdidas desde la salida del amplificador hasta dicha toma no deben superar el límite de 63 dB, y como siempre, para la frecuencia de 2150 MHz, al ser la que más atenuación sufre.

$$P_{\text{máximas permitidas}} = P_{\text{mez}} + P_{\text{dist4S}} + P_{\text{derv4SdD}} + nP_{\text{derv4SpD}} + P_{\text{vivienda}} + P_{\text{cable}}$$

$$63 \text{ dB} = 2 + 10 + 29 + 1.5n + 13.5 + 0.26 \text{ dB/m} * (49 + 25n)$$

$$63 = 67.24 + 8n \quad \Rightarrow n < 0$$

El resultado viene a decir que las pérdidas exceden el máximo permitido, obligando a escoger un derivador con menos pérdidas de derivación, se opta por el derivador de clase B en lugar del C, para intentar equilibrar los niveles de señal en toda las tomas de usuario.

$$P_{\text{máximas permitidas}} = P_{\text{mez}} + P_{\text{dist4S}} + P_{\text{derv4SdB}} + nP_{\text{derv4SpB}} + P_{\text{vivienda}} + P_{\text{cable}}$$

$$63 \text{ dB} = 2 + 10 + 20 + 2.5n + 13.5 + 0.26 \text{ dB/m}^* (49 + 25n)$$

$$63 = 58.24 + 9n \quad \Rightarrow n = \frac{4.76}{9} = 0.53 \approx 0$$

Como se observa, sólo se admite un derivador de clase B, tras el cual se sitúa uno de clase TA, por ser el que menos pérdidas de derivación presenta y no perder señal absurdamente, pues es el último derivador del ramal.

La Tabla 83 presenta las pérdidas en el mejor y peor caso de cada vivienda, considerando el mejor caso como las pérdidas en la mejor toma, la más cercana, a la menor frecuencia (950 MHz), y el peor caso como las pérdidas en la peor toma, la más alejada (dormitorio 3), a la mayor frecuencia:

VIVIENDA	PEOR TOMA A 2150 MHz (dB)	MEJOR TOMA A 950 MHz (dB)
26	58.2	52.6
25	56.7	51.6
24	56.7	51.6
23	58.2	52.6
22	59.2	51.4
21	57.7	50.4
20	57.7	50.4
19	59.2	51.4

Tabla 83. . Pérdidas en toma de usuario, viviendas 19 a la 26.

En este caso, las pérdidas en las viviendas que forman el ramal también están equilibradas, en cuanto a los derivadores, se instalan dos de la clase B y TA, ambos de cuatro salidas.

CUARTO RAMAL

Para terminar, se dimensiona el cuarto ramal, que como ya se ha explicado, es similar al tercero, suministrando servicio al mismo número de viviendas, con prácticamente las mismas distancias recorridas, por tanto, el diseño de derivadores es el mismo. En este caso, se proporciona servicio de RTV desde la vivienda 27 hasta la 34, colocando primero un derivador de cuatro salidas de clase B y a continuación uno de clase TA.

Como en los casos anteriores, se presentan en un cuadro las pérdidas en el mejor y peor caso de cada vivienda, considerando el mejor caso como las pérdidas en la mejor toma, la más cercana, a la menor frecuencia (950 MHz), y el peor caso como las pérdidas en la peor toma, la más alejada (dormitorio 3), a la mayor frecuencia:

VIVIENDA	PEOR TOMA A 2150 MHz (dB)	MEJOR TOMA A 950 MHz (dB)
27	52.0	48.6
28	50.4	47.5
29	50.4	47.5
30	52.0	48.6
31	53.0	47.3
32	51.4	46.3
33	51.4	46.3
34	54.8	48.2

Tabla 84. Pérdidas en toma de usuario, viviendas 27 a la 34.

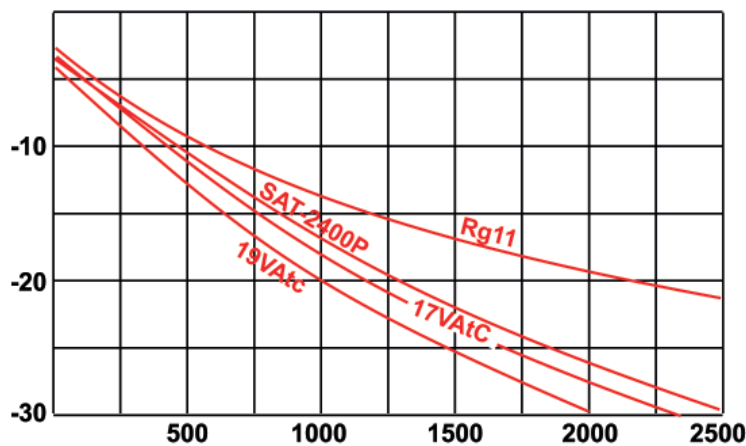
Al igual que antes, las pérdidas en las viviendas que forman el ramal están equilibradas, en cuanto a los derivadores, se instalan dos de la clase B y TA, ambos de cuatro salidas.

6.2 Cálculo de la atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera a las tomas de usuario, en la banda 15 – 862 MHz

Se calcula la atenuación en cada una de las tomas de todas las viviendas para los extremos de la banda de frecuencias, para así conocer la atenuación mínima y máxima que se puede dar en cada toma. En las características del cable recogidas en el apartado 4.3.1.A.c. del Pliego de Condiciones, no aparece explícitamente la atenuación a la frecuencia de 15 y 862 MHz.

• FRECUENCIA DE 15 MHz

La atenuación a 15 MHz se calcula a partir del incremento medio de atenuación por MHz que se da en otros cables de características similares. En las especificaciones de nuestro cable sólo se tiene atenuación a partir de 200 MHz. La atenuación del cable en función de la frecuencia sigue una distribución como la que se muestra en la Figura 48.



Atenuación en función de la frecuencia para diferentes modelos de cable coaxial.

Figura 48. Atenuación en función de la frecuencia en diferentes coaxiales.

Como se observa, a mayor frecuencia menor es la variación de la atenuación. Esto hace que el incremento de la atenuación por MHz, haya que calcularlo a partir de la atenuación para las frecuencias más bajas de las que dispongamos en las especificaciones de los cables utilizados como comparativa.

Se toma la atenuación para la frecuencia más baja (47 MHz) que aparece en los catálogos, y para la primera que aparece en las características de nuestro cable (200 MHz).

Modelo			CC I-175	CCI-180	CABPLAT INIUMB	CA7400R	CABGOLDB
Frec. (MHz)	47	dB/100m	3.7	4.3	4.2	3.0	4.5
	200		8.0	8.5	8.5	7.3	9.1

Tabla 85. Modelos de cables coaxiales.

El incremento de atenuación en la banda de 47 a 200 MHz para cada tipo de cable es el siguiente:

$$\text{CCI-175} \rightarrow \Delta A_t = \frac{8.0 - 3.7}{200 - 47} = 0.028 \text{ dB / MHz}$$

$$\text{CCI-180} \rightarrow \Delta A_t = \frac{8.5 - 4.3}{200 - 47} = 0.027 \text{ dB / MHz}$$

$$\text{CABPLATINIUMB} \rightarrow \Delta A_t = \frac{8.5 - 4.2}{200 - 47} = 0.028 \text{ dB / MHz}$$

$$\text{CA7400R} \rightarrow \Delta A_t = \frac{7.3 - 3.0}{200 - 47} = 0.028 \text{ dB / MHz}$$

$$\text{CABGOLDB} \rightarrow \Delta A_t = \frac{9.1 - 4.5}{200 - 47} = 0.030 \text{ dB / MHz}$$

El incremento de variación medio es 0.028 dB/MHz, y ésta es la variación que consideramos. Por lo tanto, la atenuación de nuestro cable coaxial para la frecuencia de 15 MHz es:

$$A_{t_15\text{MHz}} = 7 \text{ dB} - (200 - 15) \text{ MHz} \cdot 0.028 \text{ dB / MHz} = 1.8 \text{ dB}$$

A continuación se muestra en todos los factores de atenuación que entran en juego en las pérdidas introducidas en las tomas de usuario de cada vivienda, distribuidas según el ramal al que pertenecen:

➤ Primer ramal

Vivienda 1:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+16+2)m x 0.018dB/m	(4+16+5)m x 0.018dB/m	(4+16+4)m x 0.018dB/m	(4+16+10)m x 0.018dB/m	(4+16+11)m x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.5</i>	<i>46.6</i>	<i>46.5</i>	<i>46.6</i>	<i>46.7</i>

Tabla 86. Atenuación en vivienda 1 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 2:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.018dB/m	(4+4+6)m x 0.018dB/m	(4+4+4)m x 0.018dB/m	(4+4+10)m x 0.018dB/m	(4+4+11)m x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.3</i>	<i>46.4</i>	<i>46.3</i>	<i>46.4</i>	<i>46.4</i>

Tabla 87. Atenuación en vivienda 2 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 3:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.018dB/m	(4+4+6)m x 0.018dB/m	(4+4+4)m x 0.018dB/m	(4+4+10)m x 0.018dB/m	(4+4+11)m x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.3</i>	<i>46.4</i>	<i>46.3</i>	<i>46.4</i>	<i>46.4</i>

Tabla 88. Atenuación en vivienda a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 4:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.018dB/m	(4+10+6)m x 0.018dB/m	(4+10+4)m x 0.018dB/m	(4+10+10) x 0.018dB/m	(4+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.4</i>	<i>46.5</i>	<i>46.4</i>	<i>46.5</i>	<i>46.6</i>

Tabla 89. Atenuación en vivienda 4 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 5:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Derivador B (dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.018dB/m	(29+10+6) x 0.018dB/m	(29+10+4) x 0.018dB/m	(29+10+10) x 0.018dB/m	(29+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>42.9</i>	<i>42.9</i>	<i>42.9</i>	<i>43.0</i>	<i>43.0</i>

Tabla 90. Atenuación en vivienda 5 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 6:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Derivador B (dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+4+4)m x 0.018dB/m	(29+4+6)m x 0.018dB/m	(29+4+4)m x 0.018dB/m	(29+4+10) x 0.018dB/m	(29+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>42.8</i>	<i>42.8</i>	<i>42.8</i>	<i>42.9</i>	<i>42.9</i>

Tabla 91. Atenuación en vivienda 6 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 7:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Derivador B (dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+4+4)m x 0.018dB/m	(29+4+6)m x 0.018dB/m	(29+4+4)m x 0.018dB/m	(29+4+10) x 0.018dB/m	(29+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>42.8</i>	<i>42.8</i>	<i>42.8</i>	<i>42.9</i>	<i>42.9</i>

Tabla 92. Atenuación en vivienda 7 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 8:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Derivador B (dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.018dB/m	(29+10+6) x 0.018dB/m	(29+10+4) x 0.018dB/m	(29+10+10) x 0.018dB/m	(29+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>42.9</i>	<i>42.9</i>	<i>42.9</i>	<i>43.0</i>	<i>43.0</i>

Tabla 93. Atenuación en vivienda 8 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 9:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(48+4+4) x 0.018dB/m	(48+4+6) x 0.018dB/m	(48+4+4) x 0.018dB/m	(48+4+10) x 0.018dB/m	(48+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>37.6</i>	<i>37.7</i>	<i>37.6</i>	<i>37.8</i>	<i>37.8</i>

Tabla 94. Atenuación en vivienda 9 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 10:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(48+4+4) x 0.018dB/m	(48+4+6) x 0.018dB/m	(48+4+4) x 0.018dB/m	(48+4+10) x 0.018dB/m	(48+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>37.6</i>	<i>37.7</i>	<i>37.6</i>	<i>37.8</i>	<i>37.8</i>

Tabla 95. Atenuación en vivienda 10 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 11:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(48+10+4) x 0.018dB/m	(48+10+6) x 0.018dB/m	(48+10+4) x 0.018dB/m	(48+10+10) x 0.018dB/m	(48+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>37.8</i>	<i>37.8</i>	<i>37.8</i>	<i>37.9</i>	<i>37.9</i>

Tabla 96. Atenuación en vivienda 11 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 12:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(48+16+4) x 0.018dB/m	(48+16+6) x 0.018dB/m	(48+16+4) x 0.018dB/m	(48+16+10) x 0.018dB/m	(48+16+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>37.9</i>	<i>37.9</i>	<i>37.9</i>	<i>38.0</i>	<i>38.0</i>

Tabla 97. Atenuación en vivienda 12 a la frecuencia de 15 MHz.

➤ **Segundo ramal**

Vivienda 13:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	18	18	18	18	18
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(52+5+2) x 0.018dB/m	(52+5+8) x 0.018dB/m	(52+5+4) x 0.018dB/m	(52+5+10) x 0.018dB/m	(52+5+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.2</i>	<i>41.3</i>	<i>41.2</i>	<i>41.3</i>	<i>41.3</i>

Tabla 98. Atenuación en vivienda 13 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 14:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	18	18	18	18	18
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(52+4+4) x 0.018dB/m	(52+4+6) x 0.018dB/m	(52+4+4) x 0.018dB/m	(52+4+10) x 0.018dB/m	(52+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.2</i>	<i>41.2</i>	<i>41.2</i>	<i>41.3</i>	<i>41.3</i>

Tabla 99. Atenuación en vivienda 14 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 15:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(71+10+4) x 0.018dB/m	(71+10+6) x 0.018dB/m	(71+10+4) x 0.018dB/m	(71+10+10) x 0.018dB/m	(71+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>37.1</i>	<i>37.2</i>	<i>37.1</i>	<i>37.2</i>	<i>37.3</i>

Tabla 100. Atenuación en vivienda 15 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 16:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(71+4+4) x 0.018dB/m	(71+4+6) x 0.018dB/m	(71+4+4) x 0.018dB/m	(71+4+10) x 0.018dB/m	(71+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>37.0</i>	<i>37.1</i>	<i>37.0</i>	<i>37.1</i>	<i>37.1</i>

Tabla 101. Atenuación en vivienda 16 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 17:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(71+4+4) x 0.018dB/m	(71+4+6) x 0.018dB/m	(71+4+4) x 0.018dB/m	(71+4+10) x 0.018dB/m	(71+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>37.0</i>	<i>37.1</i>	<i>37.0</i>	<i>37.1</i>	<i>37.1</i>

Tabla 102. Atenuación en vivienda 17 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 18:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(71+10+2) x 0.018dB/m	(71+10+8) x 0.018dB/m	(71+10+4) x 0.018dB/m	(71+10+10) x 0.018dB/m	(71+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>37.1</i>	<i>37.2</i>	<i>37.1</i>	<i>37.2</i>	<i>37.3</i>

Tabla 103. Atenuación en vivienda 18 a la frecuencia de 15 MHz.

➤ Tercer ramal

Vivienda 26:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(28+10+4) x 0.018dB/m	(28+10+6) x 0.018dB/m	(28+10+4) x 0.018dB/m	(28+10+10) x 0.018dB/m	(28+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.9</i>	<i>41.9</i>	<i>41.9</i>	<i>42.0</i>	<i>42.0</i>

Tabla 104. Atenuación en vivienda 26 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 25:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(28+4+4) x 0.018dB/m	(28+4+6) x 0.018dB/m	(28+4+4) x 0.018dB/m	(28+4+10) x 0.018dB/m	(28+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.7</i>	<i>41.8</i>	<i>41.7</i>	<i>41.9</i>	<i>41.9</i>

Tabla 105. Atenuación en vivienda 25 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 24:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(28+4+4) x 0.018dB/m	(28+4+6) x 0.018dB/m	(28+4+4) x 0.018dB/m	(28+4+10) x 0.018dB/m	(28+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.7</i>	<i>41.8</i>	<i>41.7</i>	<i>41.9</i>	<i>41.9</i>

Tabla 106. Atenuación en vivienda 24 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 23:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(28+10+4) x 0.018dB/m	(28+10+6) x 0.018dB/m	(28+10+4) x 0.018dB/m	(28+10+10) x 0.018dB/m	(28+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.9</i>	<i>41.9</i>	<i>41.9</i>	<i>42.0</i>	<i>42.0</i>

Tabla 107. Atenuación en vivienda 23 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 22:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(53+10+4) x 0.018dB/m	(53+10+6) x 0.018dB/m	(53+10+4) x 0.018dB/m	(53+10+10) x 0.018dB/m	(53+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>36.8</i>	<i>36.8</i>	<i>36.8</i>	<i>36.9</i>	<i>36.9</i>

Tabla 108. Atenuación en vivienda 22 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 21:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(53+4+4) x 0.018dB/m	(53+4+6) x 0.018dB/m	(53+4+4) x 0.018dB/m	(53+4+10) x 0.018dB/m	(53+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>36.7</i>	<i>36.7</i>	<i>36.7</i>	<i>36.8</i>	<i>36.8</i>

Tabla 109. Atenuación en vivienda 21 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 20:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(53+4+4) x 0.018dB/m	(53+4+6) x 0.018dB/m	(53+4+4) x 0.018dB/m	(53+4+10) x 0.018dB/m	(53+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>36.7</i>	<i>36.7</i>	<i>36.7</i>	<i>36.8</i>	<i>36.8</i>

Tabla 110. Atenuación en vivienda 20 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 19:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(53+10+4) x 0.018dB/m	(53+10+6) x 0.018dB/m	(53+10+4) x 0.018dB/m	(53+10+10) x 0.018dB/m	(53+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>36.8</i>	<i>36.8</i>	<i>36.8</i>	<i>36.9</i>	<i>36.9</i>

Tabla 111. Atenuación en vivienda 19 a la frecuencia de 15 MHz.

➤ Cuarto ramal

Vivienda 27:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.018dB/m	(4+10+6) x 0.018dB/m	(4+10+4) x 0.018dB/m	(4+10+10) x 0.018dB/m	(4+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.4</i>	<i>41.5</i>	<i>41.4</i>	<i>41.5</i>	<i>41.6</i>

Tabla 112. Atenuación en vivienda 27 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 28:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.018dB/m	(4+4+6)m x 0.018dB/m	(4+4+4)m x 0.018dB/m	(4+4+10)m x 0.018dB/m	(4+4+11)m x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.3</i>	<i>41.4</i>	<i>41.3</i>	<i>41.4</i>	<i>41.4</i>

Tabla 113. Atenuación en vivienda 28 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 29:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.018dB/m	(4+4+6)m x 0.018dB/m	(4+4+4)m x 0.018dB/m	(4+4+10)m x 0.018dB/m	(4+4+11)m x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.3</i>	<i>41.4</i>	<i>41.3</i>	<i>41.4</i>	<i>41.4</i>

Tabla 114. Atenuación en vivienda 29 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 30:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.018dB/m	(4+10+6)m x 0.018dB/m	(4+10+4)m x 0.018dB/m	(4+10+10)m x 0.018dB/m	(4+10+11)m x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.4</i>	<i>41.5</i>	<i>41.4</i>	<i>41.5</i>	<i>41.6</i>

Tabla 115. Atenuación en vivienda 30 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 31:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.018dB/m	(29+10+6) x 0.018dB/m	(29+10+4) x 0.018dB/m	(29+10+10) x 0.018dB/m	(29+10+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>36.4</i>	<i>36.4</i>	<i>36.4</i>	<i>36.5</i>	<i>36.5</i>

Tabla 116. Atenuación en vivienda 31 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 32:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+4+4) x 0.018dB/m	(29+4+6) x 0.018dB/m	(29+4+4) x 0.018dB/m	(29+4+10) x 0.018dB/m	(29+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>36.3</i>	<i>36.3</i>	<i>36.3</i>	<i>36.4</i>	<i>36.4</i>

Tabla 117. Atenuación en vivienda 32 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 33:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+4+4) x 0.018dB	(29+4+6) x 0.018dB/m	(29+4+4) x 0.018dB/m	(29+4+10) x 0.018dB/m	(29+4+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>36.3</i>	<i>36.3</i>	<i>36.3</i>	<i>36.4</i>	<i>36.4</i>

Tabla 118. Atenuación en vivienda 33 a la frecuencia de 15 MHz.

Vivienda 34:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+17+2) x 0.018dB/m	(29+17+5) x 0.018dB/m	(29+17+4) x 0.018dB/m	(29+17+10) x 0.018dB/m	(29+17+11) x 0.018dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>36.5</i>	<i>36.5</i>	<i>36.5</i>	<i>36.6</i>	<i>36.6</i>

Tabla 119. Atenuación en vivienda 34 a la frecuencia de 15 MHz.

• **FRECUENCIA DE 862 MHz**

En las especificaciones del cable aparece la atenuación para la frecuencia de 800 MHz (15 dB/100m) y para 1000 MHz (17 dB/100m), por lo que para la frecuencia de 862 MHz se considera el valor intermedio, 16dB/100m.

➤ **Primer ramal**

Vivienda 1:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+16+2)m x 0.16dB/m	(4+16+5)m x 0.16dB/m	(4+16+4)m x 0.16dB/m	(4+16+10)m x 0.16dB/m	(4+16+11)m x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>49.6</i>	<i>50.1</i>	<i>49.9</i>	<i>50.9</i>	<i>51.1</i>

Tabla 120. Atenuación en vivienda 1 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 2:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.16dB/m	(4+4+6)m x 0.16dB/m	(4+4+4)m x 0.16dB/m	(4+4+10)m x 0.16dB/m	(4+4+11)m x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.0</i>	<i>48.3</i>	<i>48.0</i>	<i>49.0</i>	<i>49.1</i>

Tabla 121. Atenuación en vivienda 2 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 3:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.16dB/m	(4+4+6)m x 0.16dB/m	(4+4+4)m x 0.16dB/m	(4+4+10)m x 0.16dB/m	(4+4+11)m x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.0</i>	<i>48.3</i>	<i>48.0</i>	<i>49.0</i>	<i>49.1</i>

Tabla 122. Atenuación en vivienda 3 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 4:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.16dB/m	(4+10+6)m x 0.16dB/m	(4+10+4)m x 0.16dB/m	(4+10+10) x 0.16dB/m	(4+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>49.0</i>	<i>49.3</i>	<i>49.0</i>	<i>49.9</i>	<i>50.1</i>

Tabla 123. Atenuación en vivienda 4 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 5:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Derivador B (dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.16dB/m	(29+10+6) x 0.16dB/m	(29+10+4) x 0.16dB/m	(29+10+10) x 0.16dB/m	(29+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>49.0</i>	<i>49.3</i>	<i>49.0</i>	<i>50.0</i>	<i>50.1</i>

Tabla 124. Atenuación en vivienda 5 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 6:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Derivador B (dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+4+4)m x 0.16dB/m	(29+4+6)m x 0.16dB/m	(29+4+4)m x 0.16dB/m	(29+4+10) x 0.16dB/m	(29+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.0</i>	<i>48.3</i>	<i>48.0</i>	<i>49.0</i>	<i>49.1</i>

Tabla 125. Atenuación en vivienda 6 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 7:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Derivador B (dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+4+4)m x 0.16dB/m	(29+4+6)m x 0.16dB/m	(29+4+4)m x 0.16dB/m	(29+4+10) x 0.16dB/m	(29+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.0</i>	<i>48.3</i>	<i>48.0</i>	<i>49.0</i>	<i>49.1</i>

Tabla 126. Atenuación en vivienda 7 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 8:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Derivador B (dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.16dB/m	(29+10+6) x 0.16dB/m	(29+10+4) x 0.16dB/m	(29+10+10) x 0.16dB/m	(29+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>49.0</i>	<i>49.3</i>	<i>49.0</i>	<i>50.0</i>	<i>50.1</i>

Tabla 127. Atenuación en vivienda 8 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 9:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(48+4+4) x 0.16dB/m	(48+4+6) x 0.16dB/m	(48+4+4) x 0.16dB/m	(48+4+10) x 0.16dB/m	(48+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>45.6</i>	<i>45.9</i>	<i>45.6</i>	<i>46.5</i>	<i>46.7</i>

Tabla 128. Atenuación en vivienda 9 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 10:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(48+4+4) x 0.16dB/m	(48+4+6) x 0.16dB/m	(48+4+4) x 0.16dB/m	(48+4+10) x 0.16dB/m	(48+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>45.6</i>	<i>45.9</i>	<i>45.6</i>	<i>46.5</i>	<i>46.7</i>

Tabla 129. Atenuación en vivienda 10 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 11:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(48+10+4) x 0.16dB/m	(48+10+6) x 0.16dB/m	(48+10+4) x 0.16dB/m	(48+10+10) x 0.16dB/m	(48+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.5</i>	<i>46.8</i>	<i>46.5</i>	<i>47.4</i>	<i>47.6</i>

Tabla 130. Atenuación en vivienda 11 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 12:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. C (dB)	1	1	1	1	1
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(48+16+4) x 0.16dB/m	(48+16+6) x 0.16dB/m	(48+16+4) x 0.16dB/m	(48+16+10) x 0.16dB/m	(48+16+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>47.4</i>	<i>47.8</i>	<i>47.4</i>	<i>48.4</i>	<i>48.6</i>

Tabla 131. Atenuación en vivienda 12 a la frecuencia de 862 MHz.

➤ Segundo ramal

Vivienda 13:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	18	18	18	18	18
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(52+5+2) x 0.16dB/m	(52+5+8) x 0.16dB/m	(52+5+4) x 0.16dB/m	(52+5+10) x 0.16dB/m	(52+5+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>49.5</i>	<i>50.5</i>	<i>49.9</i>	<i>50.8</i>	<i>51.0</i>

Tabla 132. Atenuación en vivienda 13 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 14:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	18	18	18	18	18
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(52+4+4) x 0.16dB/m	(52+4+6) x 0.16dB/m	(52+4+4) x 0.16dB/m	(52+4+10) x 0.16dB/m	(52+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>49.7</i>	<i>50.0</i>	<i>49.7</i>	<i>50.7</i>	<i>50.8</i>

Tabla 133. Atenuación en vivienda 14 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 15:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(71+10+4) x 0.16dB/m	(71+10+6) x 0.16dB/m	(71+10+4) x 0.16dB/m	(71+10+10) x 0.16dB/m	(71+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>49.2</i>	<i>49.5</i>	<i>49.2</i>	<i>50.2</i>	<i>50.3</i>

Tabla 134. Atenuación en vivienda 15 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 16:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(71+4+4) x 0.16dB/m	(71+4+6) x 0.16dB/m	(71+4+4) x 0.16dB/m	(71+4+10) x 0.16dB/m	(71+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.2</i>	<i>48.6</i>	<i>48.2</i>	<i>49.2</i>	<i>49.4</i>

Tabla 135. Atenuación en vivienda 16 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 17:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(71+4+4) x 0.16dB/m	(71+4+6) x 0.16dB/m	(71+4+4) x 0.16dB/m	(71+4+10) x 0.16dB/m	(71+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.2</i>	<i>48.6</i>	<i>48.2</i>	<i>49.2</i>	<i>49.4</i>

Tabla 136. Atenuación en vivienda 17 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 18:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(71+10+2) x 0.16dB/m	(71+10+8) x 0.16dB/m	(71+10+4) x 0.16dB/m	(71+10+10) x 0.16dB/m	(71+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.9</i>	<i>49.8</i>	<i>49.2</i>	<i>50.2</i>	<i>50.3</i>

Tabla 137. Atenuación en vivienda 18 a la frecuencia de 862 MHz.

➤ Tercer ramal

Vivienda 26:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(28+10+4) x 0.16dB/m	(28+10+6) x 0.16dB/m	(28+10+4) x 0.16dB/m	(28+10+10) x 0.16dB/m	(28+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>47.8</i>	<i>48.1</i>	<i>47.8</i>	<i>48.8</i>	<i>48.9</i>

Tabla 138. Atenuación en vivienda 26 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 25:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(28+4+4) x 0.16dB/m	(28+4+6) x 0.16dB/m	(28+4+4) x 0.16dB/m	(28+4+10) x 0.16dB/m	(28+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.9</i>	<i>47.2</i>	<i>46.9</i>	<i>47.8</i>	<i>48.0</i>

Tabla 139. Atenuación en vivienda 25 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 24:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(28+4+4) x 0.16dB/m	(28+4+6) x 0.16dB/m	(28+4+4) x 0.16dB/m	(28+4+10) x 0.16dB/m	(28+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.9</i>	<i>47.2</i>	<i>46.9</i>	<i>47.8</i>	<i>48.0</i>

Tabla 140. Atenuación en vivienda 24 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 23:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(28+10+4) x 0.16dB/m	(28+10+6) x 0.16dB/m	(28+10+4) x 0.16dB/m	(28+10+10) x 0.16dB/m	(28+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>47.8</i>	<i>48.1</i>	<i>47.8</i>	<i>48.8</i>	<i>48.9</i>

Tabla 141. Atenuación en vivienda 23 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 22:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(53+10+4) x 0.16dB/m	(53+10+6) x 0.16dB/m	(53+10+4) x 0.16dB/m	(53+10+10) x 0.16dB/m	(53+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.3</i>	<i>46.6</i>	<i>46.3</i>	<i>47.3</i>	<i>47.4</i>

Tabla 142. Atenuación en vivienda 22 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 21:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(53+4+4) x 0.16dB/m	(53+4+6) x 0.16dB/m	(53+4+4) x 0.16dB/m	(53+4+10) x 0.16dB/m	(53+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>45.4</i>	<i>45.7</i>	<i>45.4</i>	<i>46.3</i>	<i>46.5</i>

Tabla 143. Atenuación en vivienda 21 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 20:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(53+4+4) x 0.16dB/m	(53+4+6) x 0.16dB/m	(53+4+4) x 0.16dB/m	(53+4+10) x 0.16dB/m	(53+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>45.4</i>	<i>45.7</i>	<i>45.4</i>	<i>46.3</i>	<i>46.5</i>

Tabla 144. Atenuación en vivienda 20 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 19:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(53+10+4) x 0.16dB/m	(53+10+6) x 0.16dB/m	(53+10+4) x 0.16dB/m	(53+10+10) x 0.16dB/m	(53+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.3</i>	<i>46.6</i>	<i>46.3</i>	<i>47.3</i>	<i>47.4</i>

Tabla 145. Atenuación en vivienda 19 a la frecuencia de 862 MHz.

➤ Cuarto ramal

Vivienda 27:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.16dB/m	(4+10+6) x 0.16dB/m	(4+10+4) x 0.16dB/m	(4+10+10) x 0.16dB/m	(4+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>44.0</i>	<i>44.3</i>	<i>44.0</i>	<i>44.9</i>	<i>45.1</i>

Tabla 146. Atenuación en vivienda 27 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 28:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.16dB/m	(4+4+6)m x 0.16dB/m	(4+4+4)m x 0.16dB/m	(4+4+10)m x 0.16dB/m	(4+4+11)m x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>43.0</i>	<i>43.3</i>	<i>43.0</i>	<i>44.0</i>	<i>44.1</i>

Tabla 147. Atenuación en vivienda 28 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 29:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.16dB/m	(4+4+6)m x 0.16dB/m	(4+4+4)m x 0.16dB/m	(4+4+10)m x 0.16dB/m	(4+4+11)m x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>43.0</i>	<i>43.3</i>	<i>43.0</i>	<i>44.0</i>	<i>44.1</i>

Tabla 148. Atenuación en vivienda 29 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 30:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.16dB/m	(4+10+6)m x 0.16dB/m	(4+10+4)m x 0.16dB/m	(4+10+10)m x 0.16dB/m	(4+10+11)m x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>44.0</i>	<i>44.3</i>	<i>44.0</i>	<i>44.9</i>	<i>45.1</i>

Tabla 149. Atenuación en vivienda 30 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 31:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.16dB/m	(29+10+6) x 0.16dB/m	(29+10+4) x 0.16dB/m	(29+10+10) x 0.16dB/m	(29+10+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>42.5</i>	<i>42.8</i>	<i>42.5</i>	<i>43.4</i>	<i>43.6</i>

Tabla 150. Atenuación en vivienda 31 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 32:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+4+4) x 0.16dB/m	(29+4+6) x 0.16dB/m	(29+4+4) x 0.16dB/m	(29+4+10) x 0.16dB/m	(29+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.5</i>	<i>41.8</i>	<i>41.5</i>	<i>42.5</i>	<i>42.6</i>

Tabla 151. Atenuación en vivienda 32 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 33:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+4+4) x 0.16dB	(29+4+6) x 0.16dB/m	(29+4+4) x 0.16dB/m	(29+4+10) x 0.16dB/m	(29+4+11) x 0.16dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>41.5</i>	<i>41.8</i>	<i>41.5</i>	<i>42.5</i>	<i>42.6</i>

Tabla 152. Atenuación en vivienda 33 a la frecuencia de 862 MHz.

Vivienda 34:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	4	4	4	4	4
Dist. 2 salidas (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	10	10	10	10	10
BAT (dB)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Cable (dB)	(29+17+2) x 0.16dB/m	(29+17+5) x 0.16dB/m	(29+17+4) x 0.16dB/m	(29+17+10) x 0.16dB/m	(29+17+11) x 0.16dB/m
At. total (dB)	43.3	43.8	43.6	44.6	44.7

Tabla 153. Atenuación en vivienda 34 a la frecuencia de 862 MHz.

6.3 Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal terrenal

Antes de calcular las dimensiones de la zapata, comprobamos que el momento flector en la base del mástil que produce la fuerza sobre las antenas es inferior al momento flector máximo que puede soportar. Para ello se considera una velocidad de viento de 130 Km/h, ya que el sistema se encuentra a menos de 20 m de altura.

La fuerza del viento sobre las antenas será la suma de la fuerza sobre cada una de ellas:

$$F_1 = \frac{(27 + 36.5 + 73)N}{9.81} = 13.9Kg$$

$L = 2m$, es la distancia desde la base del mástil hasta el punto de aplicación de la fuerza F_1

El momento flector resultante sobre la base del mástil es,

$$M = F_1 \cdot L = 27.8kg \cdot m \Rightarrow 273 N \cdot m$$

El mástil elegido soporta un momento flector de 656.75 Nxm, por lo que la elección es correcta. De la misma manera, comprobamos que el momento flector en la base de la torreta ejercido por las fuerzas F_1 , F_2 y F_3 como consecuencia del viento sobre las antenas, la torreta y el mástil es inferior al momento flector máximo que puede soportar

La fuerza del viento sobre la torreta será,

$$F_2 = P \cdot S_2$$

La superficie total que presenta al viento es la suma de la superficie de los dos tramos, ver características en el apartado 4.3.1.A.a. del Pliego de Condiciones:

$$S_2 = 0.53 + 0.50 = 1.03 \text{ m}^2$$

La presión del viento para una velocidad de 130 Km/h, según la fórmula de Loss es:

$$P = 0.0048 \cdot 130^2 \text{ Kg} / \text{m}^2 = 81.12 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$F_2 = 83.6 \text{ Kg}$$

La fuerza del viento sobre el mástil será,

$$F_3 = P \cdot S_3$$

$$S_3 = (\text{superficie_base} \cdot \text{altura}) / 2 = 2\pi r \cdot h / 2 = \pi \cdot 0.0225 \cdot 3 \text{ m}^2 = 0.21 \text{ m}^2$$

Como la superficie del mástil es cilíndrica, se puede multiplicar el valor de la superficie por 0.6.

$$S_3 = 0.13 \text{ m}^2$$

$$F_3 = 10.5 \text{ Kg}$$

El momento flector resultante sobre la base de la torreta es,

$$M = F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot L_2 + F_3 \cdot L_3$$

donde,

L_1 es la distancia desde la superficie del terreno hasta el punto de aplicación de la fuerza F_1 , 7.5 m

L_2 es la distancia desde la superficie del terreno hasta el punto de aplicación de la fuerza F_2 , 3 m

L_3 es la distancia desde la superficie del terreno hasta el punto de aplicación de la fuerza F_3 , 7 m

$$M = 430 \text{ Kg} \cdot \text{m} \Rightarrow 4218 \text{ N} \cdot \text{m}$$

El momento máximo que soporta la torreta en la base es $844 \text{ Kg} \cdot \text{m}$, con esto queda verificado que la torreta soportará los esfuerzos a los que pueda ser sometida.

La Figura 49 muestra el esquema “Torreta Antenas” (las medidas están en metros):

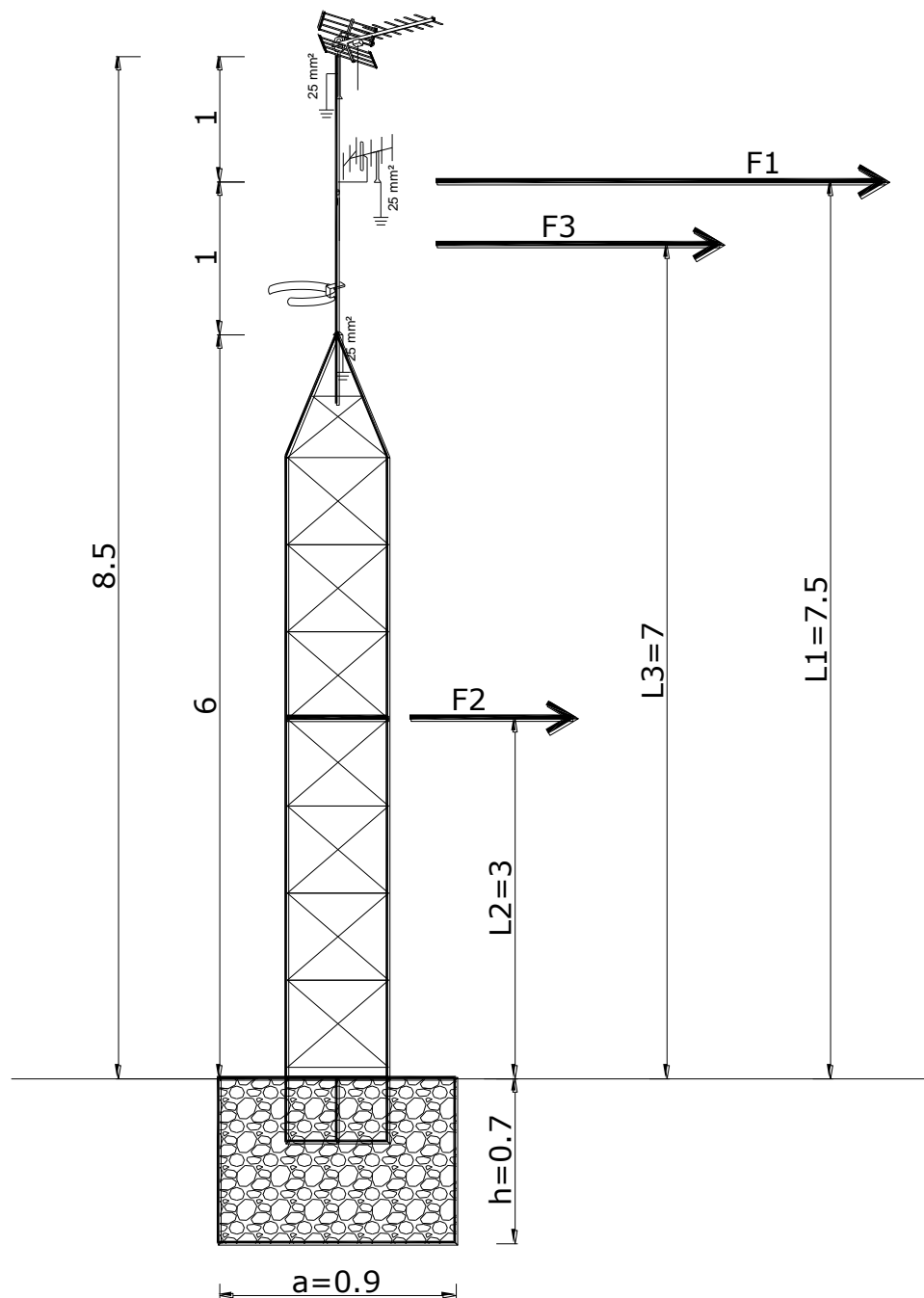


Figura 49. Esquema de fuerzas a las que se somete la torreta.

Continuamos con el cálculo de la cimentación, utilizando el método de Sulzberger [16]:

$$F_1(L_1 + (2/3)h) + F_2(L_2 + (2/3)h) + F_3(L_3 + (2/3)h) = (0.139K \cdot h^4 \cdot a + 0.88h \cdot a^3 + 0.4a \cdot P_{torreta})/n \quad (6)$$

donde,

$h = 0.7m$; profundidad elegida para la cimentación

$K = 10kg/cm^3$; coeficiente de compresibilidad a 2 m de profundidad para terrenos normales

$n = 1.5$; coeficiente de seguridad

$P_{torreta} = 0.048Tm$; peso de la torreta

a ; lado de la base de la cimentación (se supone cuadrada)

El valor de las fuerzas F_x expresado en Tm

Las distancias L_x expresadas en m

Sustituyendo los valores en la ecuación se tiene:

$$0.72 = 0.62a^3 + 0.35a \Rightarrow a^3 + 0.57a = 1.17$$

Se resuelve por el método de Cardano.

$$\left. \begin{array}{l} t - u = 1.17 \\ t \cdot u = (0.57/3)^3 \end{array} \right\} \Rightarrow t^2 - 1.17t - 6.9 \cdot 10^{-3} = 0 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} t = 1.176(\text{solución positiva}) \\ u = 5.9 \cdot 10^{-3} \end{array} \right\}$$

Finalmente, estos valores obtenidos se sustituyen en la expresión que los relaciona con a :

$$a = (t)^{1/3} - (u)^{1/3} = 0.88m \approx 0.9m$$

Por tanto, las medidas de la zapata de hormigón son **90 x 90 x 70 cm** (ancho x largo x alto).

6.4 Relación señal / ruido para RTV terrenal

Se define como la relación entre el nivel de señal en toma de usuario y el nivel de ruido que llega a ésta. Es la manera de indicar la calidad de la señal una vez demodulada en toma de usuario.

La relación C/N en toma de usuario se define:

$$C/N = \frac{C_i}{k \cdot (T_{ant} + T_{eq}) \cdot B} \quad (7)$$

En esta expresión, C/N es una relación de potencias, para dejarla como relación de niveles de señal (voltajes) hay que expresarla así:

$$C/N = \frac{C_i}{\sqrt{K \cdot (T_{ant} + T_{eq}) \cdot B \cdot R}} (dB) = C_i (dB\mu V) - N_i (dB\mu V)$$

donde,

- C_i , nivel de portadora en la antena en $dB\mu V$
 - ✓ El nivel de portadora que llega a la antena depende del servicio que se esté transmitiendo y es el nivel medido en su momento.
- K , constante de Boltzman = $1.38 \cdot 10^{-23} W/^{\circ} KHz$
- T_{ant} , temperatura de la antena en $^{\circ}K$
 - ✓ Se considera la temperatura ambiente $T_0 = 293^{\circ} K (20^{\circ} C)$.
- R , impedancia característica, 75Ω
- B , ancho de banda del canal en Hz
- T_{eq} , temperatura equivalente del sistema sin contar con la antena en $^{\circ}K$
 - ✓ La temperatura equivalente del sistema es función del factor de ruido total y de la temperatura ambiente, según la expresión:

$$T_{eq} = T_0 (f_T - 1)$$

El factor de ruido total f_T se determina de la siguiente manera:

$$f_T = f_1 + \frac{f_2 - 1}{g_1} + \frac{f_3 - 1}{g_1 \cdot g_2} + \dots + \frac{f_N - 1}{g_1 \cdot g_2 \cdot \dots \cdot g_{N-1}}$$

En nuestra instalación particular, no se considera la atenuación del cable de bajada desde las antenas a los amplificadores y el factor de ruido total queda:

$$f_T = f_1 + \frac{f_2 - 1}{g_1}$$

siendo,

f_1 , factor de ruido del amplificador

f_2 , factor de ruido de la red desde el amplificador hasta la toma de usuario. En un sistema atenuador, el factor de ruido coincide con la atenuación máxima.

g_1 , ganancia del amplificador

- **TV analógica terrestre**

El nivel de portadora C_i que se recibe en las antenas y llega a los amplificadores es 69 dBμV, este nivel se midió en su día con una antena de características similares a la antena UHF utilizada en la instalación, y en el emplazamiento donde van a estar situadas.

El ancho de banda B de un canal en la banda UHF para la transmisión de señal AM-TV es 8 MHz.

A continuación se determina la temperatura equivalente del sistema:

$$F_1 \text{ (figura de ruido del amplificador)} = 9 \text{ dB}$$

$$\text{En unidades naturales se tiene } f_1 \text{ (factor de ruido)} = 10^{9/10}$$

$$F_2 \text{ (atenuación máxima en la red)} = 51.1 \text{ dB}$$

$$\text{En unidades naturales se tiene } f_2 = 10^{51.1/10}$$

$$G_1 \text{ (ganancia del amplificador)} = 112 \text{ dBμV} - 67 \text{ dBμV} = 45 \text{ dB}$$

$$\text{En unidades naturales se tiene } g_1 = 10^{45/10}$$

$$f_T = 10^{9/10} + \frac{10^{51.1/10} - 1}{10^{45/10}} = 12 \Rightarrow T_{eq} = 293(12 - 1)^\circ K = 3228^\circ K$$

Finalmente, la relación portadora ruido es:

$$N_i = \sqrt{1.38 \cdot 10^{-23} \cdot (293 + 3228) \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 75} = 5.4 \mu V \Rightarrow \left| \frac{\text{unidades}}{\log \text{ arítmicas}} \right| \Rightarrow 14.65 \text{ dBμV}$$

$$C/N = 69 \text{ dBμV} - 14.7 \text{ dBμV} = 54.3 \text{ dB}$$

- **TV digital terrestre**

El nivel de portadora C_i que se recibe en las antenas y llega a los amplificadores es 59 dBμV, al igual que para la TV analógica el nivel se midió en su día con una antena de características similares a la antena UHF utilizada en la instalación, y en el emplazamiento donde van a estar situadas.

El ancho de banda B de un canal en la banda UHF para la transmisión de señal COFDM-TV es 8 MHz.

A continuación se determina la temperatura equivalente del sistema:

Se considera la figura de ruido del amplificador selectivo al ser más restrictiva.

$$F_1 = 11 \text{ dB, en unidades naturales se tiene } f_1 = 10^{11/10}$$

$$F_2 = 51.1 \text{ dB, en unidades naturales se tiene } f_2 = 10^{51.1/10}$$

$$G_1 = 100 \text{ dB}\mu\text{V} - 59 \text{ dB}\mu\text{V} = 41 \text{ dB, en unidades naturales se tiene } g_1 = 10^{41/10}$$

$$f_T = 10^{11/10} + \frac{10^{51.1/10} - 1}{10^{41/10}} = 22.8 \Rightarrow T_{eq} = 293(22.8 - 1)^\circ K = 6387^\circ K$$

Finalmente, la relación portadora ruido es:

$$N_i = \sqrt{1.38 \cdot 10^{-23} \cdot (293 + 6387) \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 75} = 7.4 \mu V \Rightarrow \left| \begin{array}{l} \text{unidades} \\ \text{log arítmicas} \end{array} \right| \Rightarrow 17.4 \text{ dB}\mu V$$

$$C/N = 59 \text{ dB}\mu V - 17.4 \text{ dB}\mu V = 41.6 \text{ dB}$$

- **Radio digital DAB**

El nivel de portadora C_i que se recibe en las antenas y llega a los amplificadores es 57 dB μ V, el nivel se midió en su día con una antena de características similares a la antena DAB utilizada en la instalación, y en el emplazamiento donde van a estar situadas.

El ancho de banda B de un canal en la banda DAB para la transmisión de señal DAB-radio es 37 MHz.

A continuación se determina la temperatura equivalente del sistema:

$$F_1 = 9 \text{ dB, en unidades naturales se tiene } f_1 = 10^{9/10}$$

$$F_2 = 51.1 \text{ dB, en unidades naturales se tiene } f_2 = 10^{51.1/10}$$

$$G_1 = 90 \text{ dB}\mu V - 57 \text{ dB}\mu V = 33 \text{ dB, en unidades naturales se tiene } g_1 = 10^{33/10}$$

$$f_T = 10^{9/10} + \frac{10^{51.1/10} - 1}{10^{33/10}} = 72.5 \Rightarrow T_{eq} = 293(72.5 - 1)^\circ K = 20950^\circ K$$

Finalmente, la relación portadora ruido es:

$$N_i = \sqrt{1.38 \cdot 10^{-23} \cdot (293 + 20950) \cdot 37 \cdot 10^6 \cdot 75} = 28.5 \mu V \Rightarrow \left| \begin{array}{c} \text{unidades} \\ \log \text{ arítmicas} \end{array} \right| \Rightarrow 29.1 \text{ dB} \mu V$$

$$C/N = 57 \text{ dB} \mu V - 29.1 \text{ dB} \mu V = 27.9 \text{ dB}$$

- **Radio analógica FM**

El nivel de portadora C_i que se recibe en las antenas y llega a los amplificadores es 65 dB μ V, el nivel se midió en su día con una antena de características similares a la antena FM utilizada en la instalación, y en el emplazamiento donde van a estar situadas.

El ancho de banda B de un canal en la banda FM para la transmisión de señal FM-radio es 20.5 MHz.

A continuación se determina la temperatura equivalente del sistema:

$$F_1 = 9 \text{ dB, en unidades naturales se tiene } f_1 = 10^{9/10}$$

$$F_2 = 48.3 \text{ dB, en unidades naturales se tiene } f_2 = 10^{48.3/10}$$

$$G_1 = 95 \text{ dB} \mu V - 65 \text{ dB} \mu V = 30 \text{ dB, en unidades naturales se tiene } g_1 = 10^{30/10}$$

$$f_T = 10^{9/10} + \frac{10^{48.3/10} - 1}{10^{30/10}} = 75.6 \Rightarrow T_{eq} = 293(75.6 - 1)^\circ K = 21858^\circ K$$

Finalmente, la relación portadora ruido es:

$$N_i = \sqrt{1.38 \cdot 10^{-23} \cdot (293 + 21858) \cdot 20.5 \cdot 10^6 \cdot 75} = 21.7 \mu V \Rightarrow \left| \begin{array}{c} \text{unidades} \\ \log \text{ arítmicas} \end{array} \right| \Rightarrow 26.7 \text{ dB} \mu V$$

$$C/N = 65 \text{ dB} \mu V - 26.7 \text{ dB} \mu V = 38.3 \text{ dB}$$

6.5 Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 – 2150 MHz

Se calcula la atenuación en cada una de las tomas de todas las viviendas para los extremos de la banda de frecuencias, para así conocer la atenuación mínima y máxima que se puede dar en cada toma. En las características del cable recogidas en el apartado 4.3.1.A.c. del Pliego de Condiciones, no aparece explícitamente la atenuación a la frecuencia de 950 MHz, pero sí a la de 2150 MHz.

• FRECUENCIA DE 950 MHz

Se considera una atenuación del cable a 950 MHz de 17 dB/100m, ya que esta es la atenuación que aparece en las especificaciones para una frecuencia de 1000 MHz.

➤ Primer ramal

Vivienda 1:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+16+2)m x 0.17dB/m	(4+16+5)m x 0.17dB/m	(4+16+4)m x 0.17dB/m	(4+16+10)m x 0.17dB/m	(4+16+11)m x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>53.2</i>	<i>53.8</i>	<i>53.6</i>	<i>54.6</i>	<i>54.8</i>

Tabla 154. Atenuación en vivienda 1 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 2:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.17dB/m	(4+4+6)m x 0.17dB/m	(4+4+4)m x 0.17dB/m	(4+4+10)m x 0.17dB/m	(4+4+11)m x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>51.5</i>	<i>51.9</i>	<i>51.5</i>	<i>52.6</i>	<i>52.7</i>

Tabla 155. Atenuación en vivienda 2 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 3:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.17dB/m	(4+4+6)m x 0.17dB/m	(4+4+4)m x 0.17dB/m	(4+4+10)m x 0.17dB/m	(4+4+11)m x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>51.5</i>	<i>51.9</i>	<i>51.5</i>	<i>52.6</i>	<i>52.7</i>

Tabla 156. Atenuación en vivienda 3 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 4:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.17dB/m	(4+10+6)m x 0.17dB/m	(4+10+4)m x 0.17dB/m	(4+10+10) x 0.17dB/m	(4+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>52.6</i>	<i>52.9</i>	<i>52.6</i>	<i>53.6</i>	<i>53.8</i>

Tabla 157. Atenuación en vivienda 4 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 5:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Derivador B (dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.17dB/m	(29+10+6) x 0.17dB/m	(29+10+4) x 0.17dB/m	(29+10+10) x 0.17dB/m	(29+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>54.8</i>	<i>55.2</i>	<i>54.8</i>	<i>55.8</i>	<i>56.0</i>

Tabla 158. Atenuación en vivienda 5 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 6:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Derivador B (dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+4+4)m x 0.17dB/m	(29+4+6)m x 0.17dB/m	(29+4+4)m x 0.17dB/m	(29+4+10) x 0.17dB/m	(29+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>53.8</i>	<i>54.1</i>	<i>53.8</i>	<i>54.8</i>	<i>55.0</i>

Tabla 159. Atenuación en vivienda 6 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 7:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Derivador B (dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+4+4)m x 0.17dB/m	(29+4+6)m x 0.17dB/m	(29+4+4)m x 0.17dB/m	(29+4+10) x 0.17dB/m	(29+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>53.8</i>	<i>54.1</i>	<i>53.8</i>	<i>54.8</i>	<i>55.0</i>

Tabla 160. Atenuación en vivienda 7 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 8:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Derivador B (dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.17dB/m	(29+10+6) x 0.17dB/m	(29+10+4) x 0.17dB/m	(29+10+10) x 0.17dB/m	(29+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>54.8</i>	<i>55.2</i>	<i>54.8</i>	<i>55.8</i>	<i>56.0</i>

Tabla 161. Atenuación en vivienda 8 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 9:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(48+4+4) x 0.17dB/m	(48+4+6) x 0.17dB/m	(48+4+4) x 0.17dB/m	(48+4+10) x 0.17dB/m	(48+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>51.5</i>	<i>51.9</i>	<i>51.5</i>	<i>52.5</i>	<i>52.7</i>

Tabla 162. Atenuación en vivienda 9 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 10:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(48+4+4) x 0.17dB/m	(48+4+6) x 0.17dB/m	(48+4+4) x 0.17dB/m	(48+4+10) x 0.17dB/m	(48+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>51.5</i>	<i>51.9</i>	<i>51.5</i>	<i>52.5</i>	<i>52.7</i>

Tabla 163. Atenuación en vivienda 10 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 11:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(48+10+4) x 0.17dB/m	(48+10+6) x 0.17dB/m	(48+10+4) x 0.17dB/m	(48+10+10) x 0.17dB/m	(48+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>52.5</i>	<i>52.9</i>	<i>52.5</i>	<i>53.6</i>	<i>53.7</i>

Tabla 164. Atenuación en vivienda 11 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 12:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(48+16+4) x 0.17dB/m	(48+16+6) x 0.17dB/m	(48+16+4) x 0.17dB/m	(48+16+10) x 0.17dB/m	(48+16+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>53.6</i>	<i>53.9</i>	<i>53.6</i>	<i>54.6</i>	<i>54.8</i>

Tabla 165. Atenuación en vivienda 12 a la frecuencia de 950 MHz.

➤ **Segundo ramal**

Vivienda 13:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(52+5+2) x 0.17dB/m	(52+5+8) x 0.17dB/m	(52+5+4) x 0.17dB/m	(52+5+10) x 0.17dB/m	(52+5+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>54.5</i>	<i>55.6</i>	<i>54.9</i>	<i>55.9</i>	<i>56.1</i>

Tabla 166. Atenuación en vivienda 13 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 14:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(52+4+4) x 0.17dB/m	(52+4+6) x 0.17dB/m	(52+4+4) x 0.17dB/m	(52+4+10) x 0.17dB/m	(52+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>54.7</i>	<i>55.0</i>	<i>54.7</i>	<i>55.7</i>	<i>55.9</i>

Tabla 167. Atenuación en vivienda 14 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 15:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(71+10+4) x 0.17dB/m	(71+10+6) x 0.17dB/m	(71+10+4) x 0.17dB/m	(71+10+10) x 0.17dB/m	(71+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>53.5</i>	<i>53.8</i>	<i>53.5</i>	<i>54.5</i>	<i>54.6</i>

Tabla 168. Atenuación en vivienda 15 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 16:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(71+4+4) x 0.17dB/m	(71+4+6) x 0.17dB/m	(71+4+4) x 0.17dB/m	(71+4+10) x 0.17dB/m	(71+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>52.4</i>	<i>52.8</i>	<i>52.4</i>	<i>53.5</i>	<i>53.6</i>

Tabla 169. Atenuación en vivienda 16 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 17:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(71+4+4) x 0.17dB/m	(71+4+6) x 0.17dB/m	(71+4+4) x 0.17dB/m	(71+4+10) x 0.17dB/m	(71+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>52.4</i>	<i>52.8</i>	<i>52.4</i>	<i>53.5</i>	<i>53.6</i>

Tabla 170. Atenuación en vivienda 17 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 18:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(71+10+2) x 0.17dB/m	(71+10+8) x 0.17dB/m	(71+10+4) x 0.17dB/m	(71+10+10) x 0.17dB/m	(71+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>53.1</i>	<i>54.1</i>	<i>53.5</i>	<i>54.5</i>	<i>54.6</i>

Tabla 171. Atenuación en vivienda 18 a la frecuencia de 950 MHz.

➤ **Tercer ramal**

Vivienda 26:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(28+10+4) x 0.17dB/m	(28+10+6) x 0.17dB/m	(28+10+4) x 0.17dB/m	(28+10+10) x 0.17dB/m	(28+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>52.6</i>	<i>53.0</i>	<i>52.6</i>	<i>53.7</i>	<i>53.8</i>

Tabla 172. Atenuación en vivienda 26 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 25:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(28+4+4) x 0.17dB/m	(28+4+6) x 0.17dB/m	(28+4+4) x 0.17dB/m	(28+4+10) x 0.17dB/m	(28+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>51.6</i>	<i>52.0</i>	<i>51.6</i>	<i>52.6</i>	<i>52.8</i>

Tabla 173. Atenuación en vivienda 25 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 24:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(28+4+4) x 0.17dB/m	(28+4+6) x 0.17dB/m	(28+4+4) x 0.17dB/m	(28+4+10) x 0.17dB/m	(28+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>51.6</i>	<i>52.0</i>	<i>51.6</i>	<i>52.6</i>	<i>52.8</i>

Tabla 174. Atenuación en vivienda 24 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 23:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(28+10+4) x 0.17dB/m	(28+10+6) x 0.17dB/m	(28+10+4) x 0.17dB/m	(28+10+10) x 0.17dB/m	(28+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>52.6</i>	<i>53.0</i>	<i>52.6</i>	<i>53.7</i>	<i>53.8</i>

Tabla 175. Atenuación en vivienda 23 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 22:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(53+10+4) x 0.17dB/m	(53+10+6) x 0.17dB/m	(53+10+4) x 0.17dB/m	(53+10+10) x 0.17dB/m	(53+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>51.4</i>	<i>51.7</i>	<i>51.4</i>	<i>52.4</i>	<i>52.6</i>

Tabla 176. Atenuación en vivienda 22 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 21:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(53+4+4) x 0.17dB/m	(53+4+6) x 0.17dB/m	(53+4+4) x 0.17dB/m	(53+4+10) x 0.17dB/m	(53+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>50.4</i>	<i>50.7</i>	<i>50.4</i>	<i>51.4</i>	<i>51.6</i>

Tabla 177. Atenuación en vivienda 21 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 20:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(53+4+4) x 0.17dB/m	(53+4+6) x 0.17dB/m	(53+4+4) x 0.17dB/m	(53+4+10) x 0.17dB/m	(53+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>50.4</i>	<i>50.7</i>	<i>50.4</i>	<i>51.4</i>	<i>51.6</i>

Tabla 178. Atenuación en vivienda 20 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 19:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(53+10+4) x 0.17dB/m	(53+10+6) x 0.17dB/m	(53+10+4) x 0.17dB/m	(53+10+10) x 0.17dB/m	(53+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>51.4</i>	<i>51.7</i>	<i>51.4</i>	<i>52.4</i>	<i>52.6</i>

Tabla 179. Atenuación en vivienda 19 a la frecuencia de 950 MHz.

➤ Cuarto ramal

Vivienda 27:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.17dB/m	(4+10+6) x 0.17dB/m	(4+10+4) x 0.17dB/m	(4+10+10) x 0.17dB/m	(4+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.6</i>	<i>48.9</i>	<i>48.6</i>	<i>49.6</i>	<i>49.8</i>

Tabla 180. Atenuación en vivienda 27 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 28:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.17dB/m	(4+4+6)m x 0.17dB/m	(4+4+4)m x 0.17dB/m	(4+4+10)m x 0.17dB/m	(4+4+11)m x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>47.5</i>	<i>47.9</i>	<i>47.5</i>	<i>48.6</i>	<i>48.7</i>

Tabla 181. Atenuación en vivienda 28 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 29:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.17dB/m	(4+4+6)m x 0.17dB/m	(4+4+4)m x 0.17dB/m	(4+4+10)m x 0.17dB/m	(4+4+11)m x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>47.5</i>	<i>47.9</i>	<i>47.5</i>	<i>48.6</i>	<i>48.7</i>

Tabla 182. Atenuación en vivienda 29 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 30:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.17dB/m	(4+10+6)m x 0.17dB/m	(4+10+4)m x 0.17dB/m	(4+10+10)m x 0.17dB/m	(4+10+11)m x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.6</i>	<i>48.9</i>	<i>48.6</i>	<i>49.6</i>	<i>49.8</i>

Tabla 183. Atenuación en vivienda 30 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 31:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.17dB/m	(29+10+6) x 0.17dB/m	(29+10+4) x 0.17dB/m	(29+10+10) x 0.17dB/m	(29+10+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>47.3</i>	<i>47.7</i>	<i>47.3</i>	<i>48.3</i>	<i>48.5</i>

Tabla 184. Atenuación en vivienda 31 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 32:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+4+4) x 0.17dB/m	(29+4+6) x 0.17dB/m	(29+4+4) x 0.17dB/m	(29+4+10) x 0.17dB/m	(29+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.3</i>	<i>46.6</i>	<i>46.3</i>	<i>47.3</i>	<i>47.5</i>

Tabla 185. Atenuación en vivienda 32 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 33:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+4+4) x 0.17dB	(29+4+6) x 0.17dB/m	(29+4+4) x 0.17dB/m	(29+4+10) x 0.17dB/m	(29+4+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>46.3</i>	<i>46.6</i>	<i>46.3</i>	<i>47.3</i>	<i>47.5</i>

Tabla 186. Atenuación en vivienda 33 a la frecuencia de 950 MHz.

Vivienda 34:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+17+2) x 0.17dB/m	(29+17+5) x 0.17dB/m	(29+17+4) x 0.17dB/m	(29+17+10) x 0.17dB/m	(29+17+11) x 0.17dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.2</i>	<i>48.7</i>	<i>48.5</i>	<i>49.5</i>	<i>49.7</i>

Tabla 187. Atenuación en vivienda 34 a la frecuencia de 950 MHz.

- **FRECUENCIA DE 2150 MHz**

La atenuación del cable a la frecuencia de 2150 MHz es 26 dB/100m.

➤ **Primer ramal**

Vivienda 1:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+16+2)m x 0.26dB/m	(4+16+5)m x 0.26dB/m	(4+16+4)m x 0.26dB/m	(4+16+10)m x 0.26dB/m	(4+16+11)m x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>55.2</i>	<i>56.0</i>	<i>55.7</i>	<i>57.3</i>	<i>57.6</i>

Tabla 188. Atenuación en vivienda 1 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 2:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.26dB/m	(4+4+6)m x 0.26dB/m	(4+4+4)m x 0.26dB/m	(4+4+10)m x 0.26dB/m	(4+4+11)m x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>52.6</i>	<i>53.1</i>	<i>52.6</i>	<i>54.2</i>	<i>54.4</i>

Tabla 189. Atenuación en vivienda 2 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 3:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.26dB/m	(4+4+6)m x 0.26dB/m	(4+4+4)m x 0.26dB/m	(4+4+10)m x 0.26dB/m	(4+4+11)m x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>52.6</i>	<i>53.1</i>	<i>52.6</i>	<i>54.2</i>	<i>54.4</i>

Tabla 190. Atenuación en vivienda 3 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 4:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador C (dB)	24	24	24	24	24
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.26dB/m	(4+10+6)m x 0.26dB/m	(4+10+4)m x 0.26dB/m	(4+10+10) x 0.26dB/m	(4+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>54.2</i>	<i>54.7</i>	<i>54.2</i>	<i>55.7</i>	<i>56.0</i>

Tabla 191. Atenuación en vivienda 4 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 5:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Derivador B (dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.26dB/m	(29+10+6) x 0.26dB/m	(29+10+4) x 0.26dB/m	(29+10+10) x 0.26dB/m	(29+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>58.7</i>	<i>59.2</i>	<i>58.7</i>	<i>60.2</i>	<i>60.5</i>

Tabla 192. Atenuación en vivienda 5 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 6:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Derivador B (dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+4+4)m x 0.26dB/m	(29+4+6)m x 0.26dB/m	(29+4+4)m x 0.26dB/m	(29+4+10) x 0.26dB/m	(29+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>57.1</i>	<i>57.6</i>	<i>57.1</i>	<i>58.7</i>	<i>58.9</i>

Tabla 193. Atenuación en vivienda 6 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 7:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Derivador B (dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+4+4)m x 0.26dB/m	(29+4+6)m x 0.26dB/m	(29+4+4)m x 0.26dB/m	(29+4+10) x 0.26dB/m	(29+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>57.1</i>	<i>57.6</i>	<i>57.1</i>	<i>58.7</i>	<i>58.9</i>

Tabla 194. Atenuación en vivienda 7 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 8:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Derivador B (dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.26dB/m	(29+10+6) x 0.26dB/m	(29+10+4) x 0.26dB/m	(29+10+10) x 0.26dB/m	(29+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>58.7</i>	<i>59.2</i>	<i>58.7</i>	<i>60.2</i>	<i>60.5</i>

Tabla 195. Atenuación en vivienda 8 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 9:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(48+4+4) x 0.26dB/m	(48+4+6) x 0.26dB/m	(48+4+4) x 0.26dB/m	(48+4+10) x 0.26dB/m	(48+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>56.6</i>	<i>57.1</i>	<i>56.6</i>	<i>58.1</i>	<i>58.4</i>

Tabla 196. Atenuación en vivienda 9 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 10:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(48+4+4) x 0.26dB/m	(48+4+6) x 0.26dB/m	(48+4+4) x 0.26dB/m	(48+4+10) x 0.26dB/m	(48+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>56.6</i>	<i>57.1</i>	<i>56.6</i>	<i>58.1</i>	<i>58.4</i>

Tabla 197. Atenuación en vivienda 10 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 11:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(48+10+4) x 0.26dB/m	(48+10+6) x 0.26dB/m	(48+10+4) x 0.26dB/m	(48+10+10) x 0.26dB/m	(48+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>58.1</i>	<i>58.6</i>	<i>58.1</i>	<i>59.7</i>	<i>59.9</i>

Tabla 198. Atenuación en vivienda 11 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 12:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. C (dB)	2	2	2	2	2
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(48+16+4) x 0.26dB/m	(48+16+6) x 0.26dB/m	(48+16+4) x 0.26dB/m	(48+16+10) x 0.26dB/m	(48+16+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>59.7</i>	<i>60.2</i>	<i>59.7</i>	<i>61.2</i>	<i>61.5</i>

Tabla 199. Atenuación en vivienda 12 a la frecuencia de 2150 MHz.

➤ Segundo ramal

Vivienda 13:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(52+5+2) x 0.26dB/m	(52+5+8) x 0.26dB/m	(52+5+4) x 0.26dB/m	(52+5+10) x 0.26dB/m	(52+5+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>59.8</i>	<i>61.4</i>	<i>60.4</i>	<i>61.9</i>	<i>62.2</i>

Tabla 200. Atenuación en vivienda 13 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 14:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	19	19	19	19	19
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(52+4+4) x 0.26dB/m	(52+4+6) x 0.26dB/m	(52+4+4) x 0.26dB/m	(52+4+10) x 0.26dB/m	(52+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>60.1</i>	<i>60.6</i>	<i>60.1</i>	<i>61.7</i>	<i>61.9</i>

Tabla 201. Atenuación en vivienda 14 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 15:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(71+10+4) x 0.26dB/m	(71+10+6) x 0.26dB/m	(71+10+4) x 0.26dB/m	(71+10+10) x 0.26dB/m	(71+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>61.1</i>	<i>61.6</i>	<i>61.1</i>	<i>62.7</i>	<i>62.9</i>

Tabla 202. Atenuación en vivienda 15 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 16:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(71+4+4) x 0.26dB/m	(71+4+6) x 0.26dB/m	(71+4+4) x 0.26dB/m	(71+4+10) x 0.26dB/m	(71+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>59.5</i>	<i>60.1</i>	<i>59.5</i>	<i>61.1</i>	<i>61.4</i>

Tabla 203. Atenuación en vivienda 16 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 17:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(71+4+4) x 0.26dB/m	(71+4+6) x 0.26dB/m	(71+4+4) x 0.26dB/m	(71+4+10) x 0.26dB/m	(71+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>59.5</i>	<i>60.1</i>	<i>59.5</i>	<i>61.1</i>	<i>61.4</i>

Tabla 204. Atenuación en vivienda 17 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 18:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(71+10+2) x 0.26dB/m	(71+10+8) x 0.26dB/m	(71+10+4) x 0.26dB/m	(71+10+10) x 0.26dB/m	(71+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>60.6</i>	<i>62.1</i>	<i>61.1</i>	<i>62.7</i>	<i>62.9</i>

Tabla 205. Atenuación en vivienda 18 a la frecuencia de 2150 MHz.

➤ Tercer ramal

Vivienda 26:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(28+10+4) x 0.26dB/m	(28+10+6) x 0.26dB/m	(28+10+4) x 0.26dB/m	(28+10+10) x 0.26dB/m	(28+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>56.4</i>	<i>56.9</i>	<i>56.4</i>	<i>58.0</i>	<i>58.2</i>

Tabla 206. Atenuación en vivienda 26 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 25:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(28+4+4) x 0.26dB/m	(28+4+6) x 0.26dB/m	(28+4+4) x 0.26dB/m	(28+4+10) x 0.26dB/m	(28+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>54.9</i>	<i>55.4</i>	<i>54.9</i>	<i>56.4</i>	<i>56.7</i>

Tabla 207. Atenuación en vivienda 25 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 24:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(28+4+4) x 0.26dB/m	(28+4+6) x 0.26dB/m	(28+4+4) x 0.26dB/m	(28+4+10) x 0.26dB/m	(28+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>54.9</i>	<i>55.4</i>	<i>54.9</i>	<i>56.4</i>	<i>56.7</i>

Tabla 208. Atenuación en vivienda 24 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 23:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(28+10+4) x 0.26dB/m	(28+10+6) x 0.26dB/m	(28+10+4) x 0.26dB/m	(28+10+10) x 0.26dB/m	(28+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>56.4</i>	<i>56.9</i>	<i>56.4</i>	<i>58.0</i>	<i>58.2</i>

Tabla 209. Atenuación en vivienda 23 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 22:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(53+10+4) x 0.26dB/m	(53+10+6) x 0.26dB/m	(53+10+4) x 0.26dB/m	(53+10+10) x 0.26dB/m	(53+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>57.4</i>	<i>57.9</i>	<i>57.4</i>	<i>59.0</i>	<i>59.2</i>

Tabla 210. Atenuación en vivienda 22 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 21:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(53+4+4) x 0.26dB/m	(53+4+6) x 0.26dB/m	(53+4+4) x 0.26dB/m	(53+4+10) x 0.26dB/m	(53+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>55.9</i>	<i>56.4</i>	<i>55.9</i>	<i>57.4</i>	<i>57.7</i>

Tabla 211. Atenuación en vivienda 21 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 20:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(53+4+4) x 0.26dB/m	(53+4+6) x 0.26dB/m	(53+4+4) x 0.26dB/m	(53+4+10) x 0.26dB/m	(53+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>55.9</i>	<i>56.4</i>	<i>55.9</i>	<i>57.4</i>	<i>57.7</i>

Tabla 212. Atenuación en vivienda 20 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 19:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA(dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(53+10+4) x 0.26dB/m	(53+10+6) x 0.26dB/m	(53+10+4) x 0.26dB/m	(53+10+10) x 0.26dB/m	(53+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>57.4</i>	<i>57.9</i>	<i>57.4</i>	<i>59.0</i>	<i>59.2</i>

Tabla 213. Atenuación en vivienda 19 a la frecuencia de 2150 MHz.

➤ Cuarto ramal

Vivienda 27:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.26dB/m	(4+10+6) x 0.26dB/m	(4+10+4) x 0.26dB/m	(4+10+10) x 0.26dB/m	(4+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>50.2</i>	<i>50.7</i>	<i>50.2</i>	<i>51.7</i>	<i>52.0</i>

Tabla 214. Atenuación en vivienda 27 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 28:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.26dB/m	(4+4+6)m x 0.26dB/m	(4+4+4)m x 0.26dB/m	(4+4+10)m x 0.26dB/m	(4+4+11)m x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.6</i>	<i>49.1</i>	<i>48.6</i>	<i>50.2</i>	<i>50.4</i>

Tabla 215. Atenuación en vivienda 28 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 29:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+4+4)m x 0.26dB/m	(4+4+6)m x 0.26dB/m	(4+4+4)m x 0.26dB/m	(4+4+10)m x 0.26dB/m	(4+4+11)m x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>48.6</i>	<i>49.1</i>	<i>48.6</i>	<i>50.2</i>	<i>50.4</i>

Tabla 216. Atenuación en vivienda 29 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 30:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Derivador B(dB)	20	20	20	20	20
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(4+10+4)m x 0.26dB/m	(4+10+6)m x 0.26dB/m	(4+10+4)m x 0.26dB/m	(4+10+10)m x 0.26dB/m	(4+10+11)m x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>50.2</i>	<i>50.7</i>	<i>50.2</i>	<i>51.7</i>	<i>52.0</i>

Tabla 217. Atenuación en vivienda 30 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 31:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+10+4) x 0.26dB/m	(29+10+6) x 0.26dB/m	(29+10+4) x 0.26dB/m	(29+10+10) x 0.26dB/m	(29+10+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>51.2</i>	<i>51.7</i>	<i>51.2</i>	<i>52.7</i>	<i>53.0</i>

Tabla 218. Atenuación en vivienda 31 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 32:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+4+4) x 0.26dB/m	(29+4+6) x 0.26dB/m	(29+4+4) x 0.26dB/m	(29+4+10) x 0.26dB/m	(29+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>49.6</i>	<i>50.1</i>	<i>49.6</i>	<i>51.2</i>	<i>51.4</i>

Tabla 219. Atenuación en vivienda 32 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 33:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+4+4) x 0.26dB	(29+4+6) x 0.26dB/m	(29+4+4) x 0.26dB/m	(29+4+10) x 0.26dB/m	(29+4+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>49.6</i>	<i>50.1</i>	<i>49.6</i>	<i>51.2</i>	<i>51.4</i>

Tabla 220. Atenuación en vivienda 33 a la frecuencia de 2150 MHz.

Vivienda 34:

	Salón	Cocina	Hab-1	Hab-2	Hab-3
Mezclador (dB)	2	2	2	2	2
Dist. 2 salidas (dB)	10	10	10	10	10
Paso Deriv. B (dB)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Derivador TA (dB)	12	12	12	12	12
PAU + Dist. (dB)	12	12	12	12	12
BAT (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable (dB)	(29+17+2) x 0.26dB/m	(29+17+5) x 0.26dB/m	(29+17+4) x 0.26dB/m	(29+17+10) x 0.26dB/m	(29+17+11) x 0.26dB/m
<i>At. total (dB)</i>	<i>52.5</i>	<i>53.3</i>	<i>53.0</i>	<i>54.6</i>	<i>54.8</i>

Tabla 221. Atenuación en vivienda 34 a la frecuencia de 2150 MHz.

6.6 Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satélite

La orientación de las antenas se realiza en **elevación** y **azimut** en grados usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Elevación} = \arctg\left(\frac{\cos(\alpha) - 0.151269}{\sin(\alpha)}\right) \quad (8)$$

$$\text{Azimut} = 180^\circ + \arctg\left(\frac{\tan(\text{LongitudAnt} - \text{LongitudSat})}{\sin(\text{LatitudAnt})}\right) \quad (9)$$

donde,

$$\alpha = \arccos(\cos(\text{LatitudAnt}) \cdot \cos(\text{LongitudAnt} - \text{LongitudSat}))$$

La elevación indica la inclinación que debe tener la antena con respecto al plano vertical. Mientras que el azimut indica el punto en el que se debe fijar la antena en el plano horizontal, se mide desde el norte geográfico en sentido de las agujas del reloj.

La urbanización objeto de este presente proyecto, se emplaza en el municipio madrileño de Collado-Villalba, sus coordenadas se obtienen de una página web de información del mismo [21]. Éstas son Latitud: 40° 36' N, Longitud: 3° 59' O.

Los satélites se distribuyen en una órbita geoestacionaria situada por encima del ecuador, por lo que para dar la posición del satélite, sólo damos su longitud. Longitud Astra 19.2° E e Hispasat 30° O. Se considera que el Este y Norte son números positivos, y el Oeste y el Sur negativos.

Orientación hacia el satélite Astra:

$$\alpha = \arccos(\cos(40.6^\circ) \cdot \cos(-4^\circ - 19.2^\circ)) = 45.7^\circ$$

$$Elevación = \arctg\left(\frac{\cos(45.7^\circ) - 0.151269}{\sin(45.7^\circ)}\right) = 37.4^\circ$$

$$Azimut = 180^\circ + \arctg\left(\frac{\tan(-4^\circ - 19.2^\circ)}{\sin(40.6^\circ)}\right) = 146.6^\circ$$

Orientación hacia el satélite Hispasat:

$$\alpha = \arccos(\cos(40.6^\circ) \cdot \cos(-4^\circ - (-30^\circ))) = 47^\circ$$

$$Elevación = \arctg\left(\frac{\cos(47^\circ) - 0.151269}{\sin(47^\circ)}\right) = 36^\circ$$

$$Azimut = 180^\circ + \arctg\left(\frac{\tan(-4^\circ - (-30^\circ))}{\sin(40.6^\circ)}\right) = 216.9^\circ$$

Satélite	Elevación Antena	Azimut Antena
Astra	37.4°	146.6°
Hispasat	36°	216.9°

Tabla 222. Orientación de las antenas parabólicas.

Ahora se debe calcular los parámetros de las antenas receptoras tomando como punto de referencia una relación C/N deseada en toma de usuario, porque es el parámetro en el que intervienen directamente las características de la antena, y además mide el nivel de calidad de las señales distribuidas a cada toma de usuario.

El Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, especifica que para la señal FM-TV, la C/N en toma de usuario debe ser mayor que 15 dB, y para la señal QPSK-TV mayor que 11 dB. Se fija un margen de seguridad de 1.5 dB sobre estos valores mínimos, y además se considera una posible pérdida de calidad correspondiente a un error de orientación de la antena (1 dB) y una degeneración de la red de distribución (1 dB). Por lo que la C/N en este proyecto será 18.5 dB para la señal FM-TV y 14.5 para la señal QPSK-TV.

La expresión de la C/N para transmisiones por satélite es la siguiente:

$$C/N(\text{dB}) = PIRE + P_e + G_e - A - 10 \cdot \log(K \cdot (T_{ant} + T_{eq}) \cdot B) \quad (10)$$

donde,

- *PIRE* (potencia radiada isotrópica equivalente) (dBW), depende del satélite

- P_e , pérdidas en el espacio (dB), depende de la distancia al satélite y longitud de onda λ de la señal

$$\checkmark P_e = 20 \cdot \log(\lambda / 4 \cdot \pi \cdot D) \quad (11)$$

- $D = 35786 \cdot \sqrt{1 + 0.41999 \cdot (1 - \cos \beta)}$, distancia al satélite en metros
- $\beta = \arccos(\cos(LatitudAnt) \cdot \cos(LongitudAnt - LongitudSat))$
- $\lambda = 0.024m$, longitud de onda para una frecuencia de 12.75 GHz, que es para la que se tiene mayor atenuación.

- G_e , ganancia efectiva de la antena (dB)

$$\checkmark G_e = \frac{4 \cdot \pi \cdot A \cdot ef}{\lambda^2} \quad (12)$$

siendo,

$A = \pi \cdot r^2$, superficie de la antena parabólica en m^2

ef , eficiencia de la antena, normalmente 0.7

- A , atenuación debida a agentes atmosféricos como la lluvia, nieve, etc. Su valor típico es 1.8 dB
- K , constante de Boltzman = $1.38 \cdot 10^{-23} W / ^\circ KHz$
- T_{ant} , temperatura de ruido de la antena. Depende del diámetro de la antena y de la elevación según la gráfica:

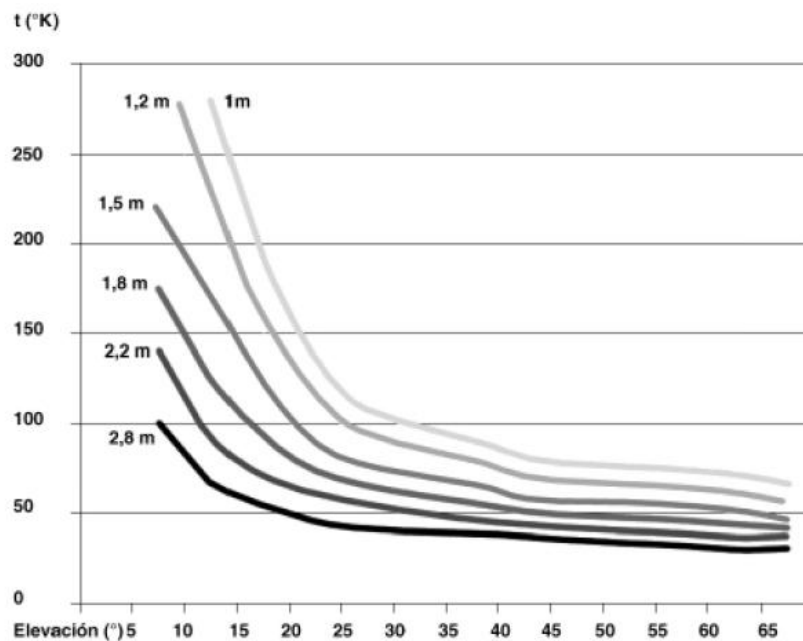


Figura 50. Temperatura de ruido de la parabólica en función de la elevación.

- T_{eq} , temperatura equivalente del sistema sin contar con la antena en °K

- ✓ La temperatura equivalente del sistema es función del factor de ruido total y de la temperatura ambiente, según la expresión:

$$T_{eq} = T_0(f_T - 1) \quad (13)$$

Se considera como temperatura ambiente $T_0 = 293^\circ K (20^\circ C)$.

El factor de ruido total f_T se determina de la siguiente manera:

$$f_T = f_1 + \frac{f_2 - 1}{g_1} + \frac{f_3 - 1}{g_1 \cdot g_2} + \dots + \frac{f_N - 1}{g_1 \cdot g_2 \cdot \dots \cdot g_{N-1}}$$

En nuestra instalación particular, no se considera la atenuación del cable de bajada desde las antenas a los amplificadores y el factor de ruido total queda:

$$f_T = f_1 + \frac{f_2 - 1}{g_1} + \frac{f_3 - 1}{g_1 \cdot g_2} \quad (14)$$

siendo,

f_1 , factor de ruido del LNB

f_2 , factor de ruido del amplificador

f_3 , factor de ruido de la red desde el amplificador hasta la toma de usuario. En un sistema atenuador, el factor de ruido coincide con la atenuación máxima.

g_1 , ganancia del LNB

g_2 , ganancia del amplificador FI

- B , ancho de banda del canal en Hz, depende de la señal distribuida

La temperatura equivalente de ruido del sistema sin considerar la antena parabólica es la misma en cualquier situación, por lo que se calcula previamente:

$$F_1 = 0,7dB \Rightarrow f_1 = 10^{0,7/10}, \text{ valor típico para un LNB comercial}$$

$$F_2 = 10dB \Rightarrow f_2 = 10^{10/10}, \text{ valor típico para un amplificador FI comercial}$$

$$F_3 = 62,9dB \Rightarrow f_3 = 10^{62,9/10}$$

$$G_1 = 55dB \Rightarrow g_1 = 10^{55/10}, \text{ valor típico para un LNB comercial}$$

$$G_2 = 40dB \Rightarrow g_2 = 10^{40/10}, \text{ valor típico para un amplificador FI comercial}$$

$$f_T = 10^{0,7/10} + \frac{10^{10/10} - 1}{10^{55/10}} + \frac{10^{62,9/10} - 1}{10^{55/10} \cdot 10^{40/10}} = 1.18$$

$$T_{eq} = 293(1.18 - 1) = 52.7^\circ K$$

A partir de la relación C/N se determina el tamaño de la antena receptora para la captación de señal de cada satélite.

- **ASTRA**

$$PIRE = 50 \text{ dBW}$$

$$\beta = \arccos(\cos(40.6^\circ) \cdot \cos(-4^\circ - 19.2^\circ)) = 45.7^\circ$$

$$D = 35786 \cdot \sqrt{1 + 0.41999 \cdot (1 - \cos(45.7^\circ))} = 37984 \text{ Km}$$

$$P_e = 20 \cdot \log(0.024 / 4 \cdot \pi \cdot 37.984 \cdot 10^6) = -206 \text{ dB}$$

La temperatura de la antena se determina a partir de la gráfica anterior, que relaciona la elevación de la antena en grados con su temperatura de ruido para cada diámetro de disco en metros.

Para una elevación concreta, se considera como temperatura de antena una temperatura superior a la media mostrada en la gráfica.

Para la elevación de 37.4° se considera la temperatura de antena T_{ant} de $70^\circ K$.

— **TV analógica por satélite**

El ancho de banda B del canal para señales de TV analógicas moduladas en FM es 27 MHz.

$$C/N(\text{dB}) = PIRE + P_e + G_e - A - 10 \cdot \log(K \cdot (T_{ant} + T_{eq}) \cdot B)$$

$$G_e = 18.5 \text{ dB} - 50 \text{ dBW} - (-206 \text{ dB}) + 1.8 \text{ dB} + \\ + 10 \cdot \log(1.38 \cdot 10^{-23} \cdot (70 + 52.7^\circ K) \cdot 27 \cdot 10^6 \text{ Hz}) \text{ dBW} = 42.9 \text{ dB}$$

Para asegurar una C/N de 18.5 dB en toma de usuario es necesario que la antena tenga una ganancia efectiva de 42.9 dB. A partir de este valor, se obtiene las dimensiones de dicha antena de la siguiente forma:

$$G_e = \frac{4 \cdot \pi \cdot A \cdot ef}{\lambda^2} \Rightarrow A = \frac{10^{42.9/10} \cdot 0.024^2}{4 \cdot \pi \cdot 0.7} = 1.28 \text{ m}^2$$

$$A = \pi \cdot r^2 = 1.28 \text{ m}^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{1.28}{\pi}} = 64 \text{ cm}$$

Se necesita una antena parabólica de 64 cm de radio, ó 128 cm de diámetro.

– TV digital por satélite

El ancho de banda B del canal para señales de TV digitales moduladas en QPSK es 36 MHz.

$$C/N(\text{dB}) = \text{PIRE} + P_e + G_e - A - 10 \cdot \log(K \cdot (T_{ant} + T_{eq}) \cdot B)$$

$$G_e = 14.5\text{dB} - 50\text{dBW} - (-206\text{dB}) + 1.8\text{dB} + 10 \cdot \log(1.38 \cdot 10^{-23} \cdot (70 + 52.7^\circ \text{K}) \cdot 36 \cdot 10^6 \text{Hz})\text{dBW} = 40.2\text{dB}$$

Para asegurar una C/N de 14.5 dB en toma de usuario es necesario que la antena tenga una ganancia efectiva de 40.2 dB. A partir de este valor, se obtiene las dimensiones de dicha antena de la siguiente forma:

$$G_e = \frac{4 \cdot \pi \cdot A \cdot ef}{\lambda^2} \Rightarrow A = \frac{10^{40.2/10} \cdot 0.024^2}{4 \cdot \pi \cdot 0.7} = 0.69\text{m}^2$$

$$A = \pi \cdot r^2 = 0.69\text{m}^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{0.69}{\pi}} = 47\text{cm}$$

Se necesita una antena parabólica de 47 cm de radio, ó 94 cm de diámetro.

Se considera la antena de mayor tamaño para poder recibir correctamente las señales analógicas y digitales del satélite ASTRA, se utiliza una antena de tamaño de disco 130 cm, al ser la que más se ajusta al valor teórico de 128 cm.

• **HISPASAT**

$$\text{PIRE} = 52\text{dBW}$$

$$\beta = \arccos(\cos(40.6^\circ) \cdot \cos(-4^\circ - (-30^\circ))) = 47^\circ$$

$$D = 35786 \cdot \sqrt{1 + 0.41999 \cdot (1 - \cos(47^\circ))} = 38101\text{Km}$$

$$P_e = 20 \cdot \log(0.024 / 4 \cdot \pi \cdot 38101 \cdot 10^3) = -206\text{dB}$$

Al igual que antes, se considera como temperatura de antena una temperatura superior a la media mostrada en la gráfica.

Para la elevación de 36° , la temperatura de antena T_{ant} es 70°K .

– TV analógica por satélite

El ancho de banda B del canal para señales de TV analógicas moduladas en FM es 27 MHz.

$$C/N(dB) = PIRE + P_e + G_e - A - 10 \cdot \log(K \cdot (T_{ant} + T_{eq}) \cdot B)$$

$$G_e = 18.5dB - 52dBW - (-206dB) + 1.8dB + \\ + 10 \cdot \log(1.38 \cdot 10^{-23} \cdot (70 + 52.7^\circ K) \cdot 27 \cdot 10^6 Hz)dBW = 40.9dB$$

Para asegurar una C/N de 18.5 dB en toma de usuario es necesario que la antena tenga una ganancia efectiva de 40.9 dB. A partir de este valor, se obtiene las dimensiones de dicha antena de la siguiente forma:

$$G_e = \frac{4 \cdot \pi \cdot A \cdot ef}{\lambda^2} \Rightarrow A = \frac{10^{\frac{40.9}{10}} \cdot 0.024^2}{4 \cdot \pi \cdot 0.7} = 0.80m^2$$

$$A = \pi \cdot r^2 = 0.80m^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{0.80}{\pi}} = 50cm$$

Se necesita una antena parabólica de 50 cm de radio, ó 100 cm de diámetro.

— TV digital por satélite

El ancho de banda B del canal para señales de TV digitales moduladas en QPSK es 36 MHz.

$$C/N(dB) = PIRE + P_e + G_e - A - 10 \cdot \log(K \cdot (T_{ant} + T_{eq}) \cdot B)$$

$$G_e = 14.5dB - 52dBW - (-206dB) + 1.8dB + \\ + 10 \cdot \log(1.38 \cdot 10^{-23} \cdot (70 + 52.7^\circ K) \cdot 36 \cdot 10^6 Hz)dBW = 38.2dB$$

Para asegurar una C/N de 14.5 dB en toma de usuario es necesario que la antena tenga una ganancia efectiva de 38.2 dB. A partir de este valor, se obtiene las dimensiones de dicha antena de la siguiente forma:

$$G_e = \frac{4 \cdot \pi \cdot A \cdot ef}{\lambda^2} \Rightarrow A = \frac{10^{\frac{38.2}{10}} \cdot 0.024^2}{4 \cdot \pi \cdot 0.7} = 0.43m^2$$

$$A = \pi \cdot r^2 = 0.43m^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{0.43}{\pi}} = 37cm$$

Se necesita una antena parabólica de 37 cm de radio, ó 74 cm de diámetro.

Se considera la antena de mayor tamaño para poder recibir correctamente las señales analógicas y digitales del satélite HISPASAT, para ello se utiliza una antena de tamaño de disco de 100 cm.

6.7 Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal de satélite

Se considera una velocidad de viento de 130 Km/h, ya que el sistema se encuentra a menos de 20 m de altura. Para esta velocidad, la presión de viento es 800 N/m². Y la carga al viento que presenta cada antena es:

Diámetro disco		100 cm	130 cm
Carga al viento	N	764.4	1421
	Kg	78	145

Tabla 223. Carga al viento que presentan las parabólicas.

Se calcula la cimentación en cada caso, y para ello se utiliza el método de Sulzberger [16], aplicando la fórmula siguiente:

$$F(L + (2/3)h) = (0.139 K \cdot h^4 \cdot a + 0.88h \cdot a^3 + 0.4a \cdot P_{\text{antena}}) / n \quad (15)$$

donde,

F ; fuerza horizontal resultante que actúa sobre el sistema soporte-antena, en toneladas

L ; altura sobre el terreno hasta el punto de aplicación de F , en metros

$h = 0.7m$; profundidad elegida para la cimentación

$K = 10kg/cm^3$; coeficiente de compresibilidad a 2 m de profundidad para terrenos normales

$n = 1.5$; coeficiente de seguridad

En este caso no hay torreta, por lo que el esfuerzo de carga vertical por peso viene dado por el peso de cada antena.

P_{antena} ; peso de la antena, en toneladas

a ; lado de la base de la cimentación (se supone cuadrada)

La zapata de hormigón junto con los puntos de anclaje será parecida a la Figura 51:

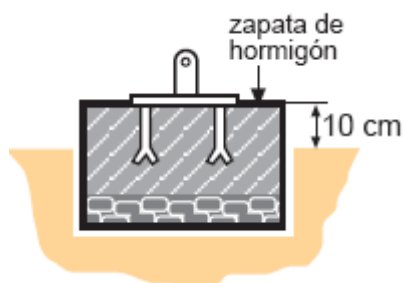


Figura 51. Zapata de hormigón.

Sustituyendo los valores en la ecuación se tiene:

- **Antena Parabólica Astra de 130 cm de disco**

$$F = 0.145Tm$$

$$L = 1.2m$$

$$P_{antena} = 0.015Tm$$

$$0.36 = 0.62a^3 + 0.34a \Rightarrow a^3 + 0.55a = 0.58$$

Se resuelve por el método de Cardano.

$$\left. \begin{array}{l} t - u = 0.58 \\ t \cdot u = (0.55/3)^3 \end{array} \right\} \Rightarrow t^2 - 0.58t - 6.2 \cdot 10^{-3} = 0 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} t = 0.59(\text{solución positiva}) \\ u = 0.01 \end{array} \right\}$$

Finalmente, estos valores obtenidos se sustituyen en la expresión que los relaciona con a:

$$a = (t)^{1/3} - (u)^{1/3} = 0.62m$$

Por tanto, las medidas de la zapata de hormigón son **62 x 62 x 70 cm** (ancho x largo x alto).

- **Antena Parabólica Hispasat de 100 cm de disco**

$$F = 0.078Tm$$

$$L = 0.66m$$

$$P_{antena} = 0.0099Tm$$

$$0.13 = 0.62a^3 + 0.34a \Rightarrow a^3 + 0.55a = 0.21$$

Se resuelve por el método de Cardano.

$$\left. \begin{array}{l} t - u = 0.21 \\ t \cdot u = (0.55/3)^3 \end{array} \right\} \Rightarrow t^2 - 0.21t - 6.2 \cdot 10^{-3} = 0 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} t = 0.24(\text{solución positiva}) \\ u = 0.03 \end{array} \right\}$$

Finalmente, estos valores obtenidos se sustituyen en la expresión que los relaciona con a:

$$a = (t)^{1/3} - (u)^{1/3} = 0.31m$$

Por tanto, las medidas de la zapata de hormigón son **31 x 31 x 70 cm** (ancho x largo x alto).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] REAL DECRETO 401/2003, de 4 de abril.
- [2] César Briso Rodríguez, Manuel Sánchez Renedo, José-Ignacio Alonso Montes y Félix Pérez Martínez, “*Los problemas de las interferencias entre canales en la implantación de la TV digital terrenal en España*”, Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación.
- [3] Catálogo 2008 de productos de la empresa Televisión.
<http://www.televes.com/espanol/producto/Producto1.php?op=P>
- [4] Modulaciones de la señal de televisión terrenal y de satélite.
www.gispert.net/iescb/5%20Señal%20de%20TV%20-2.pdf
- [5] César Sánchez Norato, “*Antenas de TV terrestres y satélite*”, I.E.S. Bahía de Cádiz, 2003.
- [6] Nivel máximo de señal en amplificadores monocanal
www.irco.net/catalogo/esp/pdf/APTEC-NMax-MNCNL_esp.pdf
- [7] Interfaz CATV, Servicio de Televisión Analógica,
RCTG-TV-01, v1.1
30 de Junio de 2001
- [8] Catálogo 2007 de material de televisión satélite de la empresa Engel.
<http://www.engel.es/Publica/ZonaDescargas.cfm>
- [9] Cables coaxiales de la compañía IKUSI.
http://www.ikusi.es/public/ctrl_public_prod.php?accion=verFamilia&id_familia=23
- [10] Cálculo de la relación señal ruido.
Apuntes propios de la titulación.
<http://www.xtec.net/~jvernica/poli/apunts/ruido/friis.htm>
- [11] Cálculo orientación antena parabólica hacia satélite.
<http://sputnik.epsj23.net/~juangut/imagen/parabolicas.htm>
- [12] Proyecto guía de ICT, versión 1.6, de 20 de Julio de 2007, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.
- [13] María Jesús García García, “*Curso de Autocad*”, Departamento de Proyectos y Planificación Rural. E.T.S.I. Montes, ultima versión: Septiembre de 2005.
- [14] Complementos mecánicos de la empresa Televisión.

- http://www.televes.com/espanol/producto/catalogos/catalogo2010/complementos_mecanicos.pdf
- [15] Torretas de la compañía Televés.
www.televes.com/espanol/producto/catalogo.php?op=P.
- [16] “*Guía para el cálculo de torres soporte de antenas*”, v.2, de 16 de Junio de 2008, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.
- [17] Emisión de canales del satélite Hispasat.
<http://www.hispasat.com/BroadcastChannels.aspx?sectionsId=30&lang=es>
- [18] Topología y Materiales de ICT.
www.ecaformacion.com
- [18] Características antenas parabólicas.
http://ersonelectronica.com/product_info.php/products_id/4510
- [19] Tecnología FTTH.
<http://es.wikipedia.org/wiki/FTTH>
- [20] Bandas de frecuencias de emisión de los satélites.
http://es.wikipedia.org/wiki/Low_Noise_Block
- [21] Coordenadas geográficas del conjunto residencial objeto del presente proyecto. Página web del ayuntamiento de Collado-Villalba.
<http://www.ayuntaweb.info/colladovillalba>